

ЕДИНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ



ЭКЗАМЕН

ЭКСПЕРТ

ЕГЭ

ФИЗИКА

К **НОВОЙ** ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ

ПОДГОТОВКА К ЕГЭ

- Основные понятия, законы, формулы
- 20 вариантов типовых тестовых заданий
- Сборник заданий
- Ответы

2016

ЕГЭ

ЭКСПЕРТ В ЕГЭ

**О. Ф. Кабардин
С. И. Кабардина
В. А. Орлов
О. И. Громцева
С. Б. Бобошина**

Физика

ЭКСПЕРТ В ЕГЭ

**ПОДГОТОВКА
К ЕГЭ**

*Основные понятия, законы, формулы
20 вариантов типовых тестовых заданий
Сборник заданий
Ответы*

*Издательство
«ЭКЗАМЕН»
МОСКВА, 2016*

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
К12

Кабардин О. Ф.

К12 ЕГЭ 2016. Физика. Эксперт в ЕГЭ / О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина, В. А. Орлов, О. И. Громцева, С. Б. Бобошина. — М. : Издательство «Экзамен», 2016. — 447, [1] с. (Серия «Эксперт в ЕГЭ»)

ISBN 978-5-377-09819-5

Предлагаемое пособие предназначено для подготовки к Единому государственному экзамену по физике и к вступительным экзаменам по физике в высшие учебные заведения.

Книга содержит необходимый теоретический и практический материал, соответствующий обязательным образовательным стандартам. В первой главе приводятся все основные понятия, физические законы и формулы из школьного курса физики. Вторая глава содержит 20 вариантов реальных тестов ЕГЭ по физике. Третья глава — сборник заданий, подобранных по уровням сложности к каждой теме. Ко всем тестам и заданиям имеются ответы.

Пособие адресовано в первую очередь ученикам выпускного класса, но также будет крайне полезно преподавателям и репетиторам для подготовки учащихся к успешной сдаче ЕГЭ по физике.

Приказом № 729 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

**УДК 372.8:53
ББК 74.262.22**

Формат 60х90/16. Гарнитура «Школьная».

Бумага газетная. Уч.-изд. л. 15,1. Усл. печ. л. 28. Тираж 6 000 экз. Заказ №822.

ISBN 978-5-377-09819-5

© Кабардин О. Ф., Кабардина С. И.,
Орлов В. А., Громцева О. И.,
Бобошина С. Б., 2016
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I. Теоретический материал для ЕГЭ

1. Механика	6
1.1. Кинематика	6
1.2. Динамика	22
1.3. Законы сохранения	29
1.4. Статика	35
1.5. Гидростатика	37
2. Молекулярная физика. Газовые законы	42
3. Термодинамика	47
4. Электричество и магнетизм	54
4.1. Электростатика	54
4.2. Постоянный ток	62
4.3. Магнитное поле. Электромагнитная индукция	68
5. Колебания и волны	76
6. Оптика	83
7. Специальная теория относительности	95
8. Квантовая физика	96
9. Краткие справочные данные	105

Глава II. Тренировочные тестовые задания для подготовки к ЕГЭ

Вариант 1	110
Вариант 2	124
Вариант 3	138
Вариант 4	150
Вариант 5	163
Вариант 6	175
Вариант 7	187
Вариант 8	199
Вариант 9	211

Вариант 10.....	223
Вариант 11.....	236
Вариант 12.....	248
Вариант 13.....	259
Вариант 14.....	270
Вариант 15.....	282
Вариант 16.....	294
Вариант 17.....	305
Вариант 18.....	315
Вариант 19.....	326
Вариант 20.....	337
Ответы.....	347

Глава III. Сборник заданий

Часть 1 ЕГЭ	352
1. Механика.....	352
2. Молекулярная физика. Газовые законы	360
3. Термодинамика	362
4. Электричество и магнетизм.....	365
5. Колебания и волны	372
6. Оптика	375
7. Специальная теория относительности.....	379
8. Квантовая физика.....	380
Часть 2 ЕГЭ	384
1. Механика.....	384
2. Молекулярная физика. Газовые законы	396
3. Термодинамика	398
4. Электричество и магнетизм.....	402
5. Колебания и волны	411
6. Оптика	416
7. Специальная теория относительности.....	418
8. Квантовая физика.....	419
Задания 29–32 ЕГЭ.....	423
1. Механика.....	423
2. Молекулярная физика. Газовые законы	428
3. Термодинамика	430

4. Электричество и магнетизм.....	432
5. Колебания и волны	437
6. Оптика	438
7. Специальная теория относительности.....	439
8. Квантовая физика.....	440
Ответы к сборнику заданий	442
Часть 1 ЕГЭ	442
Часть 2 ЕГЭ	444
Задания 29–32 ЕГЭ.....	446

ГЛАВА I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЕГЭ

1. МЕХАНИКА

1.1. Кинематика

Механическое движение и его характеристики

Изучение курса физики принято начинать с механики. Механика изучает самый простой и наглядный вид движения — механическое движение.

Механическое движение — это изменение положения тела в пространстве, относительно других тел с течением времени.

По характеру движения точек различают три вида движения:

- а) *поступательное* — это движение, при котором все точки тела движутся одинаково и любая прямая, мысленно проведенная в теле, остается параллельна сама себе;
- б) *вращательное* движение, при котором все точки тела движутся по окружностям;
- в) *колебательное* движение — движение, которое повторяется или почти повторяется. В отличие от вращательного движения колебательное происходит в двух взаимно противоположных направлениях.

По виду траектории различают *прямолинейное* и *криволинейное* движения (частный случай криволинейного движения — движение по окружности); по скорости — *равномерное* и *неравномерное*; по ускорению — *равноускоренное*, *равнозамедленное*, *ускоренное*.

Основная задача механики — определять положение тела в пространстве в любой момент времени.

Материальная точка — это тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи. Тело можно принять за материальную точку, если оно движется поступательно или если его размеры много меньше расстояний, которые тело проходит.

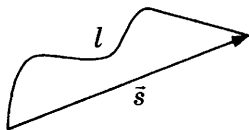
Систему отсчета вводят для того, чтобы задать положение материальной точки в пространстве. В нее входят: тело отсчета (любое тело), система координат (одномерная, двухмерная или трехмерная) и часы (начало отсчета времени совпадает с началом движения тела).

Решить основную задачу механики — определить координаты тела в любой момент времени.

Траектория — линия, вдоль которой движется тело.

Путь l (м) — длина траектории.

Перемещение \vec{s} (м) — это вектор, соединяющий начальное положение тела с конечным. Обычно $l > |\vec{s}|$; $l = |\vec{s}|$, если тело движется по прямой в одну сторону.



Проекции вектора перемещения на оси координат

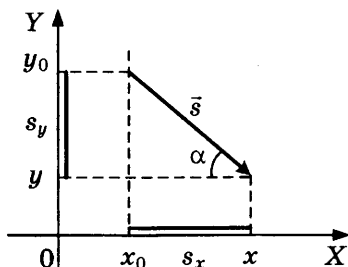
Проекция вектора перемещения на ось OX :

$$s_x = x - x_0.$$

Проекция вектора перемещения на ось OY :

$$s_y = y - y_0.$$

Проекция вектора на ось равна нулю, если вектор перпендикулярен оси.



Знаки проекций перемещения: проекцию считают *положительной*, если движение от проекции начала вектора к проекции конца происходит по направлению оси, и *отрицательной*, если — против оси. В данном примере $s_x > 0$; $s_y < 0$.

Модуль перемещения — это длина вектора перемещения:

$$|\vec{s}| = s.$$

По теореме Пифагора:

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2} \quad \text{или} \quad s = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2}.$$

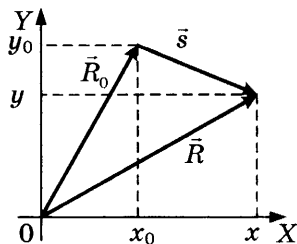
Проекции перемещения и угол наклона

$$s_x = \pm s \cos \alpha; \quad s_y = \pm s \sin \alpha.$$

В данном примере: $s_x = s \cos \alpha$; $s_y = -s \sin \alpha$.

Уравнение координаты (в общем виде):

$$x = x_0 + s_x \text{ или } y = y_0 + s_y.$$



Радиус-вектор — вектор, начало которого совпадает с началом координат, а конец — с положением тела в данный момент времени. Проекции радиус-вектора на оси координат определяют координаты тела в данный момент времени.

Радиус-вектор позволяет задать положение материальной точки в заданной системе отсчета:

$$\vec{s} = \Delta\vec{R} = \vec{R} - \vec{R}_0.$$

Равномерное прямолинейное движение

Равномерное прямолинейное движение — движение, при котором тело за любые равные промежутки времени совершает равные перемещения.

Скорость при равномерном прямолинейном движении. Скорость \vec{v} (м/с) — векторная физическая величина, которая показывает, какое перемещение совершает тело за единицу времени.

В векторном виде:

$$\vec{v} = \frac{\vec{s}}{t} = \frac{\Delta\vec{R}}{\Delta t}.$$

В проекциях на ось OX :

$$v_x = \frac{s_x}{t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

Дополнительные единицы измерения скорости:

$$1 \text{ км/ч} = 1000 \text{ м}/3600 \text{ с},$$

$$1 \text{ км/с} = 1000 \text{ м/с},$$

$$1 \text{ см/с} = 0,01 \text{ м/с},$$

$$1 \text{ м/мин} = 1 \text{ м}/60 \text{ с}.$$

Измерительный прибор — *спидометр* — показывает модуль скорости.

Знак проекции скорости зависит от направления вектора скорости и оси координат:

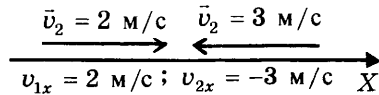


График проекции скорости представляет собой зависимость проекции скорости от времени.

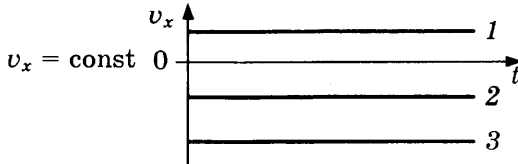
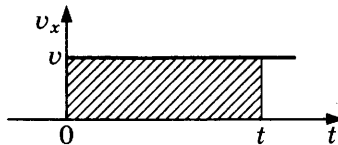


График скорости при равномерном прямолинейном движении — прямая, параллельная оси времени (1, 2, 3).

Если график лежит над осью времени (1), то тело движется по направлению оси OX . Если график расположен под осью времени, то тело движется против оси OX (2, 3).

Чем дальше график от оси времени, тем больше модуль скорости (3).

Геометрический смысл перемещения.



При равномерном прямолинейном движении перемещение определяют по формуле $s = v \cdot t$. Такой же результат получим, если вычислим площадь фигуры под графиком скорости в осях (v_x, t) . Значит, для определения пути и модуля перемещения при прямолинейном движении необходимо вычислять площадь фигуры под графиком скорости в осях (v_x, t) :

$$s = S_{\text{фигуры}}.$$

График проекции перемещения — зависимость проекции перемещения от времени.

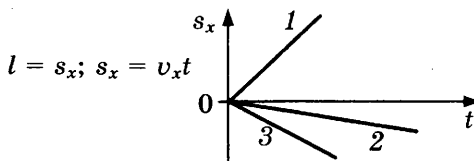


График проекции перемещения при равномерном прямолинейном движении — прямая, выходящая из начала координат (1, 2, 3).

Если прямая (1) лежит над осью времени, то тело движется по направлению оси OX , а если под осью (2, 3), то против оси OX .

Чем больше тангенс угла наклона (1) графика, тем больше модуль скорости.

График координаты — зависимость координаты тела от времени:

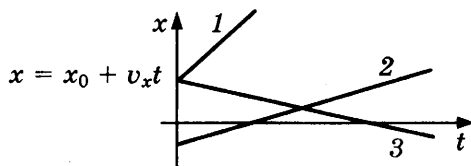


График координаты при равномерном прямолинейном движении — прямые (1, 2, 3).

Если с течением времени координата увеличивается (1, 2), то тело движется по направлению оси OX ; если координата уменьшается (3), то тело движется против направления оси OX .

Чем больше тангенс угла наклона (1), тем больше модуль скорости.

Если графики координат двух тел пересекаются, то из точки пересечения следует опустить перпендикуляры на ось времени и ось координат.

Относительность механического движения

Под относительностью мы понимаем зависимость чего-либо от выбора системы отсчета. Например, покой относителен; движение относительно и положение тела относительно.

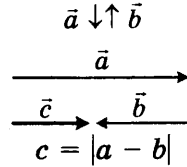
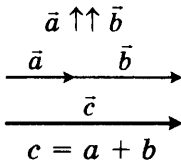
Правило сложения перемещений. Векторная сумма перемещений

$$\vec{s}' = \vec{s}_1 + \vec{s}_2,$$

где \vec{s}_1 — перемещение тела относительно подвижной системы отсчета (ПСО); \vec{s}_2 — перемещение ПСО относительно неподвижной системы отсчета (НСО); \vec{s}' — перемещение тела относительно неподвижной системы отсчета (НСО).

Векторное сложение: $\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$.

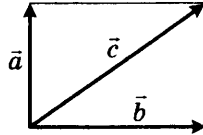
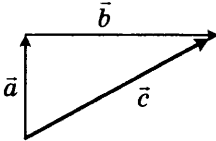
Сложение векторов, направленных вдоль одной прямой:



Сложение векторов, перпендикулярных друг другу ($\vec{a} \perp \vec{b}$):

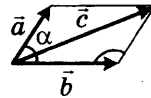
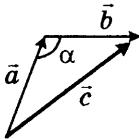
Правило треугольника

Правило параллелограмма



По теореме Пифагора $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

Сложение векторов, расположенных под углом α друг к другу:



По теореме косинусов

По теореме косинусов

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}$$

$$c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos(180^\circ - \alpha)}$$

Правило сложения скоростей. Векторная сумма скоростей:

$$\vec{v}' = \vec{v} + \vec{u},$$

где \vec{v} — скорость тела относительно подвижной системы отсчета (ПСО); \vec{u} — скорость ПСО относительно неподвижной системы отсчета (НСО); \vec{v}' — скорость тела относительно неподвижной системы отсчета (НСО).

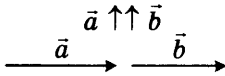
Относительная скорость. Векторная разность скоростей:

$$\vec{v}_{\text{отн}} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2 = \vec{v}_{12},$$

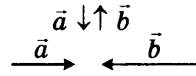
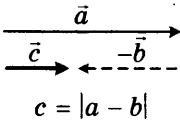
где $\vec{v}_{\text{отн}}$ — скорость первого тела относительно второго (относительная скорость); \vec{v}_1 — скорость первого тела; \vec{v}_2 — скорость второго тела.

Векторное вычитание: $\vec{c} = \vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$.

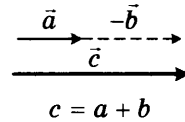
Вычитание векторов, направленных по одной прямой:



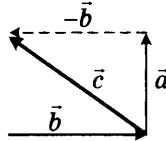
Построение:



Построение:

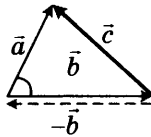


Вычитание векторов, перпендикулярных друг другу ($\vec{a} \perp \vec{b}$):



По теореме Пифагора $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

Вычитание векторов, расположенных под углом α друг к другу:



По теореме косинусов $c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha}$

Средняя скорость

Неравномерное движение — движение с переменной скоростью. Это самый распространенный вид движения.

Средняя скалярная (путевая) скорость:

$$v_{\text{ср}} = \frac{l}{t},$$

где l — весь путь; t — все время.

Средняя векторная скорость:

$$\vec{v}_{\text{ср}} = \frac{\vec{s}}{t},$$

где \vec{s} — все перемещение; t — все время пути.

Средняя скалярная скорость и модуль средней векторной скорости:

$$v_{\text{ср}} \geq |\vec{v}_{\text{ср}}|.$$

Равноускоренное прямолинейное движение

Равноускоренное прямолинейное движение — движение по прямой с постоянным ускорением ($\vec{a} = \text{const}$).

Ускорение \vec{a} (м/с²) — векторная физическая величина, показывающая, на сколько изменяется скорость тела за 1 с.

В векторном виде:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}.$$

В проекциях на ось OX :

$$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{t}.$$

Измерительный прибор — *акселерометр*.

Знаки проекции ускорения зависят от направления вектора ускорения и оси OX (например, $\vec{v}_0 \uparrow \uparrow OX$):

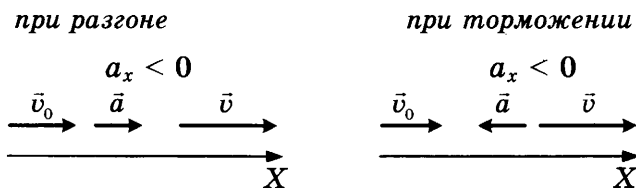


График ускорения — зависимость проекции ускорения от времени:

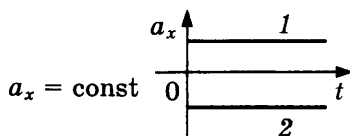


График ускорения при *равноускоренном прямолинейном движении* — прямая, параллельная оси времени (1, 2).

Чем дальше график от оси времени (2), тем больше модуль ускорения.

Мгновенная скорость — скорость в данный момент времени или в данном месте пространства.

Скорость при равноускоренном прямолинейном движении.

В векторном виде: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$.

В проекциях на ось OX : $v_x = v_{0x} + a_x t$.

С учетом знака ускорения («+» разгон, «-» торможение):

$$v = v_0 \pm at.$$

График мгновенной скорости — зависимость проекции скорости от времени.

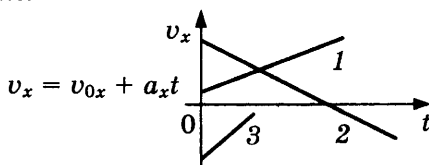


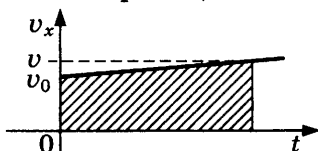
График скорости при *равноускоренном прямолинейном движении* — прямая (1, 2, 3).

Если график располагается над осью времени (1), то тело движется по направлению оси OX .

Чем больше тангенс угла наклона графика (3), тем больше модуль ускорения.

Если график пересекает ось времени (2, 3), то на первом этапе тело тормозило, а на втором двигалось ускоренно в противоположную сторону.

Геометрический смысл перемещения.



Для определения модуля перемещения при равноускоренном прямолинейном движении вычислим площадь фигуры под графиком скорости в осях (v_x , t), т. е. найдем площадь трапеции

$$s = S_{\text{трап.}} = \frac{(v_0 + v)t}{2}.$$

Основные формулы для определения кинематических величин равноускоренного прямолинейного движения:

Ускорение: $\pm a = \frac{v - v_0}{t}.$

Мгновенная скорость: $v = v_0 \pm at.$

Время движения: $t = \frac{v - v_0}{\pm a}.$

Перемещение:

$$s = \frac{(v + v_0)t}{2} \text{ (без ускорения),}$$

$$s = v_0 t \pm \frac{at^2}{2} \text{ (без конечной скорости),}$$

$$s = \frac{v^2 - v_0^2}{\pm 2a} \text{ (без времени).}$$

Перемещение в n -ю секунду равноускоренного прямолинейного движения:

$$s_n = s(n) - s(n-1),$$

где $s(n) = v_0 n \pm \frac{an^2}{2}$;

$$s(n-1) = v_0(n-1) \pm \frac{a(n-1)^2}{2}.$$

Уравнение координаты при равноускоренном прямолинейном движении позволяет определить кинематические величины равноускоренного прямолинейного движения даже в тех случаях, когда направление движения меняется.

Уравнение координаты:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Уравнение скорости:

$$v_x = v_{0x} + a_x t.$$

Средняя скорость:

$$v_{cp} = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

Совместное движение двух тел.

Уравнение координаты:

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}.$$

Уравнение координаты при запаздывании:

$$x = x_0 + v_{0x}(t - t_{\text{запазд}}) + \frac{a_x (t - t_{\text{запазд}})^2}{2}.$$

Уравнение координаты при опережении:

$$x = x_0 + v_{0x}(t + t_{\text{опер}}) + \frac{a_x (t + t_{\text{опер}})^2}{2}.$$

Расстояние между двумя телами:

$$r = |x_1 - x_2|.$$

Координаты двух тел в момент встречи:

$$x_1 = x_2.$$

Графики кинематических величин прямолинейного движения

	Покой $a_x = 0$ $v_x = 0$ $s_x = 0$ $x = x_0$	Равномерное движение $a_x = 0$ $v_x = \text{const}$ $s_x = v_x t$ $x = x_0 + v_x t$ $\bar{v}_1 \uparrow \uparrow OX$ $\bar{v}_2 \uparrow \downarrow OX$	Равноускоренное движение $a_x = \text{const},$ $\bar{a} \uparrow \uparrow \bar{v}_0, \bar{v}_0 \uparrow \uparrow OX$ $v_x = v_0 + at$ $s_x = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$	Равнозамедленное движение $a_x = \text{const},$ $\bar{a} \uparrow \downarrow \bar{v}_0, \bar{v}_0 \uparrow \uparrow OX$ $v_x = v_0 - at$ $s_x = v_0 t - \frac{at^2}{2}$ $x = x_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2}$
$a_x(t)$				
$v_x(t)$				
$s_x(t)$				
$l(t)$				
$x(t)$				

Свободное падение

- Свободное падение происходит под действием только силы тяжести.
- Свободное падение — свободно от сопротивления воздуха.
- Все тела независимо от массы падают в вакууме с одинаковым ускорением.
- Ускорение свободного падения всегда направлено вниз, к центру Земли и равно $g = 9,8 \text{ м/с}^2$; в задачах будем считать $g = 10 \text{ м/с}^2$.

- Свободное падение по вертикали — пример равноускоренного прямолинейного движения.
- В задачах на свободное падение единицы измерения всех величин сразу следует переводить в СИ.

Основные формулы для определения кинематических величин при свободном падении (вертикальный бросок).

Скорость: $v = v_0 \pm gt$.

Перемещение, высота:

$$s = h = \frac{(v + v_0)t}{2}, \quad s = h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}, \quad s = h = \frac{v^2 - v_0^2}{\pm 2g}.$$

Перемещение в n -ю секунду свободного падения:

$$s_n = s(n) - s(n-1),$$

где $s(n) = \frac{gn^2}{2}$; $s(n-1) = \frac{g(n-1)^2}{2}$.

Уравнение координаты при свободном падении позволяет определить кинематические величины свободного падения даже в тех случаях, когда направление движения изменяется.

Уравнение координаты позволяет определить высоту тела в любой момент времени:

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}.$$

Уравнение скорости:

$$v_y = v_{0y} + g_y t.$$

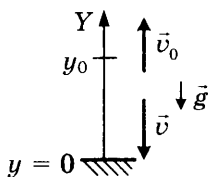
Модуль перемещения тела:

$$s = |y - y_0|.$$

Свободное падение на землю с некоторой высоты (начальная скорость направлена вверх).

Уравнение координаты: $0 = y_0 + v_0 t_{\text{нал}} - \frac{gt_{\text{нал}}^2}{2}$.

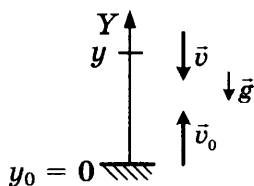
Уравнение скорости: $-v = v_0 - gt_{\text{нал}}$.



Тело подбросили от земли и поймали на некоторой высоте.

Уравнение координаты: $y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$.

Уравнение скорости: $-v = v_0 - gt$.



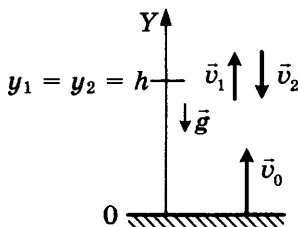
Тело подбросили от земли, на одной и той же высоте оно побывало дважды.

Уравнение координаты при подъёме: $y_1 = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$.

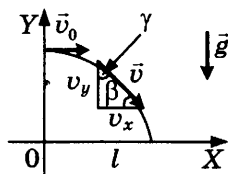
Уравнение координаты при спуске: $y_2 = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$.

Интервал времени между моментами прохождения высоты h :

$$\Delta t = t_2 - t_1.$$



Горизонтальный бросок.



Проекция начальной скорости: $v_{0x} = v_0$; $v_{0y} = 0$.

Проекция ускорения свободного падения: $g_x = 0$; $g_y = -g$.

Проекция мгновенной скорости: $v_x = v_0$; $v_y = -gt$.

Модуль мгновенной скорости: $v = \sqrt{v_0^2 + (gt)^2}$.

Минимальная скорость, начальная скорость: v_0 .

Максимальная скорость, конечная скорость (при падении): v .

Угол наклона вектора скорости к горизонту: $\operatorname{tg} \beta = \frac{v_y}{v_x} = \frac{gt}{v_0}$.

Угол наклона вектора скорости к вертикали: $\operatorname{tg} \gamma = \frac{v_x}{v_y} = \frac{v_0}{gt}$.

Горизонтальное смещение: $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{g_x t^2}{2}$, $x = v_0 t$.

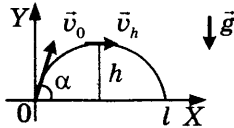
Мгновенная высота: $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$, $y = h_0 - \frac{gt^2}{2}$.

Время падения ($y = 0$): $t_{\text{пад}} = \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$.

Дальность полета: $l = v_0 t_{\text{пад}} = v_0 \sqrt{\frac{2h_0}{g}}$.

Уравнение траектории: $y(x) = h_0 - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0} \right)^2$.

Бросок под углом к горизонту.



Проекции начальной скорости: $v_{0x} = v_0 \cos \alpha$; $v_{0y} = v_0 \sin \alpha$.

Проекции ускорения свободного падения: $g_x = 0$; $g_y = -g$.

Проекции мгновенной скорости: $v_x = v_0 \cos \alpha$; $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$.

Модуль мгновенной скорости:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}, \quad v = \sqrt{v_0^2 - 2v_0 \sin \alpha \cdot gt + g^2 t^2}.$$

Минимальная скорость, скорость в верхней точке траектории:

$$v_{\min} = v_0 \cos \alpha = v_h.$$

Максимальная скорость, начальная скорость, конечная скорость: $v_{\max} = v_0 = v$.

Угол наклона вектора мгновенной скорости к горизонту:

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{v_y}{v_x} = \frac{v_0 \sin \alpha - gt_1}{v_0 \cos \alpha}, \quad \operatorname{tg} \beta_2 = \frac{v_y}{v_x} = \frac{-(v_0 \sin \alpha - gt_2)}{v_0 \cos \alpha}.$$

Угол наклона вектора скорости к вертикали:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{v_x}{v_y} = \frac{v_0 \cos \alpha}{v_0 \sin \alpha - gt}.$$

Горизонтальное смещение: $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{g_x t^2}{2}$, $x = v_0 \cos \alpha t$.

Мгновенная высота: $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2}$, $y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$.

Время подъема ($v_y = 0$): $t_{\text{под}} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$.

Полное время (время полета): $t_{\text{полн}} = 2t_{\text{под}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$.

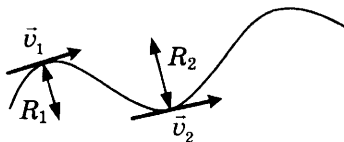
Наибольшая высота подъема: $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$.

Дальность полета: $l = \frac{v_0^2 2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$.

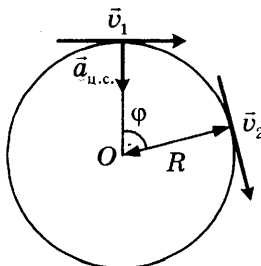
Уравнение траектории: $y(x) = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$.

Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью

Криволинейное движение — движение, траекторией которого является кривая линия. Вектор скорости в любой момент времени направлен по касательной к траектории.



Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью — простейший вид криволинейного движения. Любой участок криволинейного движения можно представить в виде движения по дуге окружности или по участку ломаной. Это движение с переменным ускорением.



- Траектория движения — окружность.

- Вектор скорости всегда направлен по касательной к окружности.
- Направление скорости постоянно изменяется.
- Ускорение, которое изменяет направление скорости, называют центробежным.
- Центробежное ускорение не меняет модуля скорости.
- Центробежное ускорение направлено к центру окружности.

Величины, характеризующие движение по окружности с постоянной по модулю скоростью.

Период T (с) — время одного полного оборота:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu}.$$

Частота ν (Гц) — число полных оборотов за 1 с:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{N}{t}.$$

Линейная скорость v (м/с) показывает, какой путь проходит тело за 1 с:

$$v = \frac{l}{t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu = \frac{2\pi RN}{t} = \omega R.$$

Угловая скорость ω (рад/с) показывает, на какой угол поворачивает тело за 1 с:

$$\omega = \frac{\varphi}{t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu = \frac{2\pi N}{t} = \frac{v}{R}.$$

Центробежное ускорение $a_{ц.с.}$ (м/с²) изменяет направление вектора скорости:

$$a_{ц.с.} = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = 4\pi^2 R\nu^2.$$

Число оборотов N — число полных оборотов за время t :

$$N = \frac{t}{T} = t\nu.$$

Путь l (м) — расстояние, пройденное телом.

Длина дуги:

$$l = \frac{\pi R}{180^\circ} \cdot \alpha^\circ.$$

Тело совершило N оборотов: $l = N2\pi R$.

Величины, характеризующие криволинейное движение

Название, обозначение, единица измерения	Направление	Формула	Для свободного падения
Касательное (или тангенциальное) ускорение a_τ (м/с ²)	 Параллельно скорости $\vec{a}_\tau \parallel \vec{v}$	Изменяет модуль скорости $a_\tau = \frac{v - v_0}{t}$	 Движение вверх $a_\tau = -g \cos \gamma$ Движение вниз $a_\tau = g \cos \gamma$
Нормальное (или центростремительное) ускорение a_n (м/с ²)	Перпендикулярно скорости $\vec{a}_n \perp \vec{v}$	$a_n = \frac{v^2}{R}$	$a_n = g \sin \gamma$
Полное ускорение $a_{\text{полн}}$ (м/с ²)	Находится геометрически	$a_{\text{полн}} = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$	$a_{\text{полн}} = g$
Радиус кривизны R (м)	$R \perp v$	$R = \frac{v^2}{a_n}$ v — скорость в данный момент времени	В верхней точке $a_n = g$ $R = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{g}$
Путь l (м)		$l = v_0 t + \frac{a_\tau t^2}{2}$	

1.2. Динамика

Три закона Ньютона

Динамика изучает причины движения тел и способы определения ускорения.

Инерция — явление, при котором тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения (т.е. в этих случаях отсутствует ускорение).

Инерциальные системы отсчета — системы отсчета, относительно которых наблюдается инерция, а также те, которые движутся равномерно и прямолинейно относительно ИСО. (ИСО — системы, ускорение которых равно нулю.)

Первый закон Ньютона: существуют такие системы отсчета, называемые инерциальными, относительно которых

тела движутся равномерно и прямолинейно, если на них не действуют другие тела или их действия скомпенсированы.

Инертность — физическое свойство, заключающееся в том, что любое тело оказывает сопротивление изменению его скорости (как по модулю, так и по направлению).

Проявление инертности чаще всего наблюдается в движущемся транспорте. Например, при резком увеличении скорости все пассажиры отклоняются назад, при торможении — вперед, при повороте направо все отклоняются налево и т. п.

Масса m (кг) — физическая величина, являющаяся мерой инертности тела.

Измерительный прибор — весы.

Дополнительные единицы измерения:

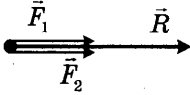
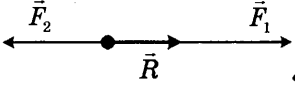
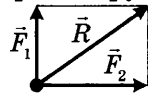
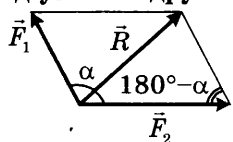
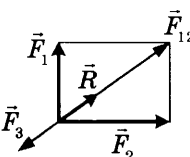
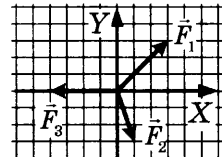
$$1 \text{ т} = 1000 \text{ кг}, 1 \text{ ц} = 100 \text{ кг}, 1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг}.$$

Сила \vec{F} (Н) — количественная характеристика действия одного тела на другое. Сила — *векторная величина*, которая имеет числовое значение; направление в пространстве; точку приложения. Точкой приложения всех сил (кроме веса) является *центр тяжести тела*. Измерительный прибор — динамометр.

Три закона Ньютона справедливы только в инерциальных системах отсчета.

Когда следует использовать	Формулировка	Формула
Первый закон Ньютона		
Тело находится в состоянии покоя или движется равномерно и прямолинейно	Тело находится в состоянии покоя или движется по прямой с постоянной скоростью ($a = 0$), если на тело не действуют силы или их векторная сумма равна нулю	$\sum \vec{F}_i = \vec{0}$
Второй закон Ньютона		
Тело движется с ускорением <i>Всегда</i> $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{F}$ или $\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{R}$	<ul style="list-style-type: none"> • Сила, действующая на тело, равна произведению массы этого тела на ускорение, которое сообщает эта сила • Если на тело действуют несколько сил, то их равнодействующая \vec{R} будет равна произведению массы на ускорение 	$\vec{F} = m\vec{a}$ $\vec{R} = m\vec{a}$, где $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$
Третий закон Ньютона		
Тело взаимодействует с другими телами	Тела действуют друг на друга с силами, направленными вдоль одной прямой, противоположными по направлению и равными по модулю	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

Равнодействующая сила — векторная сумма всех сил, действующих на тело: $\vec{R} = \sum \vec{F}_i$.

Сложение двух сил, направленных вдоль одной прямой	
<p>В одном направлении</p> 	<p>В противоположном направлении</p> 
<p>Если $\vec{F}_1 \uparrow \vec{F}_2$, то $R = F_1 + F_2$</p>	<p>Если $\vec{F}_1 \downarrow \vec{F}_2$, то $R = F_1 - F_2$</p>
Сложение двух сил, перпендикулярных друг другу	
	<p>Сложение двух сил, расположенных под углом α друг к другу</p> 
<p>Если $\vec{F}_1 \perp \vec{F}_2$, то по теореме Пифагора</p> $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$	<p>По теореме косинусов</p> $R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2F_1F_2 \cos(180^\circ - \alpha)}$
Сложение трех сил	Сложение проекций сил
	
$F_{12} = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$ $R = F_{12} - F_3$	$OX: F_{1x} + F_{2x} - F_{3x} = 0$ $OY: F_{1y} - F_{2y} = 0$ $R = 0$

Сила всемирного тяготения

Сила всемирного тяготения — сила, с которой все тела притягиваются друг к другу. Эта сила наиболее заметно проявляется при взаимодействии массивных тел (звезд, планет, их спутников).

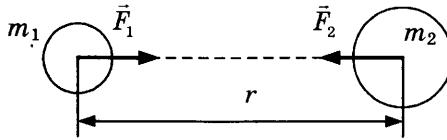
Закон всемирного тяготения выполняется для материальных точек и сферических тел.

Закон всемирного тяготения: *все тела в природе притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению масс этих тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:*

$$F_m = \frac{Gm_1m_2}{r^2},$$

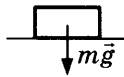
где $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$ — гравитационная постоянная, численно равная силе гравитационного притяжения двух тел массой по 1 кг каждое, находящихся на расстоянии 1 м одно от другого; r — расстояние между центрами тел.

Сила всемирного тяготения направлена по линии, соединяющей центры тел.

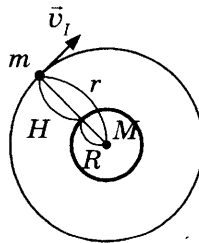


Сила тяжести

Сила тяжести — сила, с которой планета (Земля) притягивает к себе окружающие тела. Сила тяжести имеет *гравитационную* природу. Направление силы тяжести — вертикально вниз:



Искусственный спутник планеты — тело, которое обращается вокруг планеты. Движение искусственных спутников происходит по эллипсам, но мы будем рассматривать упрощенный частный случай — движение по окружности. Линейную скорость такого движения называют *первой космической скоростью*.



M — масса планеты, m — масса спутника, R — радиус планеты, H — высота спутника над поверхностью планеты, r — расстояние от центра планеты до спутника ($r = R + H$ — *радиус орбиты*), v_I — первая космическая скорость спутника.

Закон движения ИСЗ — второй закон Ньютона:

$$F_{\text{Тяж}} = ma_{\text{И.С.}} \quad \text{или} \quad \frac{GMm}{(R+H)^2} = ma_{\text{И.С.}}$$

	Сила тяжести	Ускорение свободного падения	Первая космическая скорость	Период обращения спутника	Угловая скорость	Частота
Второй закон Ньютона		$a_{\text{н.с.}} = g$ $\frac{GMm}{(R+H)^2} = mg$	$a_{\text{н.с.}} = \frac{v^2}{r}$ $\frac{GMm}{(R+H)^2} = m\frac{v^2}{R+H}$	ника $a_{\text{н.с.}} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ $\frac{GMm}{(R+H)^2} = m\frac{4\pi^2 (R+H)}{T^2}$	$a_{\text{н.с.}} = \omega^2 r$ $\frac{GMm}{(R+H)^2} = m\omega^2 (R+H)$	$a_{\text{н.с.}} = 4\pi^2 \nu^2 r$ $\frac{GMm}{(R+H)^2} = m4\pi^2 \nu^2 (R+H)$
На высоте $H \neq 0$; $r = R+H$	$F_{\text{тяж}} = \frac{GMm}{(R+H)^2} = \frac{GMm}{r^2}$	$g = \frac{GM}{(R+H)^2} = \frac{GM}{r^2}$	$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R+H}} = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ $v_1 = \sqrt{\frac{2\pi GM}{T}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+H)^3}{GM}}$ $= 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$	$\omega = \sqrt{\frac{GM}{(R+H)^3}} = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$	$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM}{(R+H)^3}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$
На поверхности планеты $H=0$	$F_{\text{тяж}} = mg_0 = \frac{GMm}{R^2}$	$g_0 = \frac{GM}{R^2}$	$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{R^3}{GM}}$	$\omega = \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$	$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{GM}{R^3}}$
С учётом плотности планеты $H=0$; $M = \rho \cdot \frac{4}{3}\pi R^3$		$g_0 = \frac{4}{3}\pi \rho R$	$v_1 = 2R \sqrt{\frac{G\rho\pi}{3}}$	$T = \sqrt{\frac{3\pi}{G\rho}}$	$\omega = 2\sqrt{\frac{G\rho\pi}{3}}$	$\nu = \sqrt{\frac{G\rho}{3\pi}}$
Если не указана масса планеты, то $GM = g_0 R^2$			$v_1 = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{R+H}} = \sqrt{\frac{g_0 R^2}{r}}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R+H)^3}{g_0 R^2}} = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{g_0 R^2}}$	$\omega = R \sqrt{\frac{g_0}{r^3}}$	$\nu = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g_0 R^2}{r^3}}$
Для Земли		$g_0 = 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 10 \text{ м/с}^2$	$v_1 = 7,9 \text{ км/с}$	$T = 24 \text{ ч} = 86\,400 \text{ с}$ Стационарный спутник $T_{\text{спутника}} = T_{\text{планеты}}$		

Сила упругости

Сила упругости — сила, которая возникает при деформациях тел как ответная реакция на внешнее воздействие. Сила упругости имеет *электромагнитную* природу.

Деформация — изменение формы или объема тела.

Виды деформаций: растяжение; сжатие; изгиб (комбинированный случай одновременного сжатия и растяжения); сдвиг; кручение (частный случай деформации сдвига).

Упругие деформации исчезают после снятия нагрузки.

Пластические деформации остаются после снятия нагрузки.

Закон Гука: *модуль силы упругости, возникающей при деформации тела, пропорционален его удлинению.*

$$F_{\text{упр}} = kx,$$

где k — *жесткость* тела, зависящая от его размеров, формы и материала. Единица измерения — ньютон на метр (Н/м).

Закон Гука выполняется только для упругих деформаций.

Сила упругости ($\vec{F}_{\text{упр}}$) направлена противоположно перемещению частиц при деформации.

Сила реакции опоры (\vec{N}) всегда перпендикулярна опоре.

Сила натяжения нити (\vec{T}) всегда направлена вдоль оси подвеса.

Архимедова сила (\vec{F}_A) всегда противоположна силе тяжести.

Основные понятия и физические величины, характеризующие деформацию тел.

Деформация или абсолютное удлинение тела x (м):

$$x = |l - l_0| = \Delta l,$$

где l_0 — начальная длина тела, l — длина деформированного тела.

Относительное удлинение тела ε :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}.$$

Механическое напряжение σ (Н/м² = Па):

$$\sigma = \frac{F_{\text{упр}}}{S}.$$

Экспериментальный факт: $\sigma = E\varepsilon$,

где E (Н/м² = Па) — модуль упругости (модуль Юнга) — характеризует сопротивляемость материала упругой деформации растяжения или сжатия.

Жесткость пружины k (Н/м):

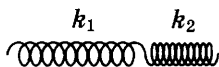
$$k = \frac{ES}{l_0}.$$

Параллельное соединение пружин:



$$k_{\text{пар}} = k_1 + k_2; x = x_1 = x_2; F = F_1 + F_2.$$

Последовательное соединение пружин:



$$\frac{1}{k_{\text{посл}}} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2},$$

$$x = x_1 + x_2, F = F_1 = F_2.$$

Силы трения

Сила трения возникает при движении тел или при попытке сдвинуть их с места. Она действует на поверхности тел и затрудняет их перемещение относительно друг друга. Относится к силам *электромагнитной* природы. Трение бывает сухое и жидкое. Сухое делится на три вида: *трение покоя*, *трение скольжения* и *трение качения*.

Трение скольжения возникает при скольжении одного тела по поверхности другого. Направление трения скольжения противоположно скорости движения ($\vec{F}_{\text{тр.ск.}} \uparrow \downarrow \vec{v}$):

$$F_{\text{тр.ск.}} = \mu N,$$

где μ — коэффициент трения.

Способы уменьшения трения: выравнивание поверхностей; смазка; замена на трение качения.

Учтите: если движение происходит по *гладкой* поверхности, то силу трения учитывать не надо; если тело преодолевает границу между *гладкой* и *шероховатой* поверхностью, то сила трения равна

$$F_{\text{тр.}} = \frac{\mu mg}{2}.$$

Трение покоя возникает при попытке сдвинуть предмет с места. Трение покоя противоположно приложенной силе или направлению возможного движения.

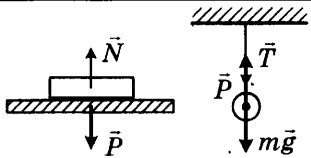
Жидкое трение (сила сопротивления) возникает при движении в жидкостях и газах. Направление жидкого трения противоположно скорости движения ($\vec{F}_{\text{сопр}} \uparrow \downarrow \vec{v}$). Особенности: жидкое трение зависит от формы тел.

При малых скоростях: $F_{\text{сопр}} = kv$; при больших скоростях: $F_{\text{сопр}} = kv^2$.

Коэффициент пропорциональности k зависит от формы и размеров тела, состояния его поверхности и от свойств среды.

Вес тела

Вес тела — сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес (сила, с которой тело давит на опору или растягивает подвес); относится к силам *электромагнитной* природы. Измеряется динамометром. Единица измерения — ньютон (Н).

Точка приложения — точка опоры или подвеса	
Направление	Вес имеет направление, противоположное силе реакции опоры или силе натяжения нити $\vec{P} \uparrow \downarrow \vec{N}$; $\vec{P} \uparrow \downarrow \vec{T}$
Способ определения модуля веса	По третьему закону Ньютона $P = N$, или $P = T$, или $P = F_{\text{упр}}$
Вес тела, если тело и опора (подвес) неподвижны	$P_0 = mg$
Невесомость	$P = 0$
Перегрузка	$\frac{P}{P_0} = \frac{P}{mg}$

1.3. Законы сохранения

Импульс тела \vec{p} (кг·м/с) — векторная физическая величина, равная произведению массы тела на его скорость:

$$\vec{p} = m\vec{v}.$$

Направление импульса совпадает с направлением скорости, так как $m > 0$ ($\vec{v} \uparrow \uparrow \vec{p}$).

Импульс тела равен нулю, если тело не движется ($v = 0$).

Суммарный (полный) импульс системы тел — векторная сумма импульсов всех тел: $\vec{p} = \Sigma \vec{p}_i$.

Изменение импульса тела — векторная разность между конечным и начальным импульсом тела:

$$\Delta \vec{p} = \vec{p} - \vec{p}_0 = \vec{p} + (-\vec{p}_0).$$

Второй закон Ньютона:

$$\vec{F} = m\vec{a}, \quad \vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t},$$

$$\vec{F}\Delta t = m\vec{v} - m\vec{v}_0,$$

$$\vec{F}\Delta t = \Delta \vec{p},$$

где $\vec{F}\Delta t$ — импульс силы, $\Delta \vec{p}$ — изменение импульса тела.

Реактивное движение

Реактивное движение — это движение, которое происходит за счет отделения от тела с некоторой скоростью какой-либо его части. В отличие от других видов движения реактивное движение позволяет телу двигаться и тормозить в безвоздушном пространстве, достигать первой космической скорости.

Ракета представляет собой систему двух тел: оболочки (M — масса оболочки) и топлива (m — масса топлива), v — скорость выброса раскаленных газов, $\frac{m}{t}$ — расход реактивного топлива, u — скорость ракеты.

Второй закон Ньютона: $F_p t = mv$.

Реактивная сила: $F_p = \frac{mv}{t}$.

Мощность ракеты: $P = \frac{mv^2}{2t}$.

Закон сохранения импульса

Закон сохранения импульса: полный импульс замкнутой системы сохраняется:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2 \vec{v}'_2$$

векторная сумма импульсов тел
до взаимодействия

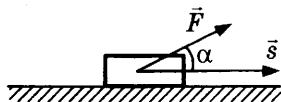
векторная сумма импульсов тел
после взаимодействия

Систему называют *замкнутой*, если тела, входящие в нее, взаимодействуют только друг с другом, а влиянием внешних сил можно пренебречь.

Механическая работа

$$A = Fs \cos \alpha,$$

где F (Н) — модуль силы, s (м) — модуль перемещения, α — угол между направлением силы и перемещением.



Единица измерения работы — джоуль.

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

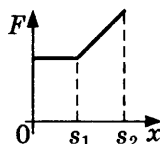
Условия совершения механической работы

- На тело действует сила.
- Под действием этой силы тело перемещается.
- $\alpha \neq 90^\circ$.

Геометрический смысл механической работы.

Механическая работа численно равна площади фигуры под графиком в осях (F, x) :

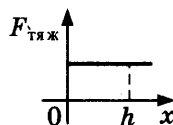
$$A = S_{\text{фиг.}}$$



Работа силы тяжести:

$$A = S_{\text{прям}},$$

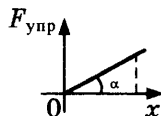
$$A = mgh.$$



Работа силы упругости:

$$A = S_{\text{треуг}},$$

$$A = \frac{kx^2}{2}.$$



Механическая энергия. Ее виды

Если тело может совершить механическую работу, то оно обладает *механической энергией* E (Дж).

Виды механической энергии: кинетическая и потенциальная.

Кинетическая энергия — энергия движущихся тел:

$$E_k = \frac{mv^2}{2},$$

где v (м/с) — модуль мгновенной скорости.

Потенциальная энергия — энергия взаимодействующих тел:

$$E = mgh.$$

Примеры потенциальной энергии в механике.

Тело поднято над землей: $E_p = mgh$,

где h — высота, определяемая от нулевого уровня (или от нижней точки траектории).

Упруго деформированное тело: $E_p = \frac{kx^2}{2}$,

где x (м) — деформация, определяемая от положения недеформированного тела (пружины, шнура и т.п.).

Мощность

Мощность — физическая величина, показывающая, какую работу совершает тело за единицу времени (или какую энергию вырабатывает тело за единицу времени).

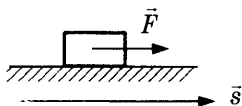
Обозначение: N (в механике) или P (в других разделах)

Основная формула	$N = \frac{A}{t}$
Единица измерения в СИ	$1 \text{ Вт} = 1 \text{ Дж} / 1 \text{ с}$
Дополнительная единица измерения энергии	$1 \text{ кВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Дж}$
Мощность при равномерном прямолинейном движении	$N = \frac{A}{t} = \frac{F_t \cdot s}{t} = F_t v,$ где F_t — сила тяги, v — скорость тела
Средняя мощность	$N_{\text{ср}} = \frac{A}{t},$ где A — вся работа, t — все время
Средняя мощность силы тяги	$N_{\text{ср}} = F_t \cdot v_{\text{ср}}$
Мгновенная мощность	$N_{\text{мгн}} = F_t \cdot v_{\text{мгн}}$

Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{A_{\text{полезная}}}{A_{\text{полная}}} \cdot 100 \% \quad \text{или} \quad \eta = \frac{E_{\text{полезная}}}{E_{\text{затраченная}}} \cdot 100 \%.$$

Работа и изменение кинетической энергии (теорема о кинетической энергии). Вывод формулы из определения механической работы:



$$A = F s \cos \alpha; \quad \alpha = 0^\circ; \quad \cos \alpha = 1$$

$$F = ma; \quad s = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \Delta E_k.$$

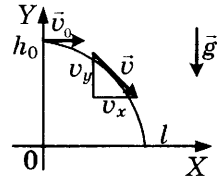
1. Свободное падение (движение по вертикали):

$$v_y = v_{0y} + g_y t .$$

2. Горизонтальный бросок:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} ,$$

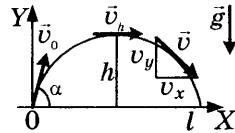
где $v_x = v_0$ и $v_y = -gt$.



3. Бросок под углом к горизонту:

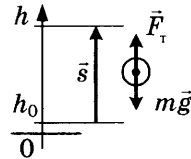
$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} ,$$

где $v_x = v_0 \cos \alpha = v_h$ и $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$.



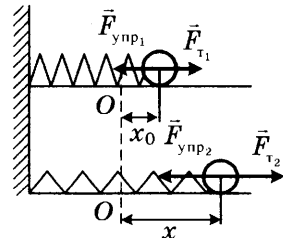
Работа и изменение потенциальной энергии тела поднято-го над землей. Вывод формулы из определения механической работы:

$$\begin{aligned} A &= F s \cos \alpha , \\ \vec{F}_T \uparrow \uparrow \vec{s}; \quad \cos \alpha &= 1 , \\ F_T &= mg ; \quad s = h - h_0 , \\ A &= mg(h - h_0) = \Delta E_p . \end{aligned}$$



Работа и изменение потенциальной энергии упруго деформированного тела. Вывод формулы из определения механической работы:

$$\begin{aligned} A &= F s \cos \alpha \\ \vec{F}_T \uparrow \uparrow \vec{s}; \quad \cos \alpha &= 1 \\ F_T &= F_{\text{уп}} = \frac{kx_0 + kx}{2} \\ s &= x - x_0 \\ A &= \frac{kx^2}{2} - \frac{kx_0^2}{2} = \Delta E_p \end{aligned}$$



Закон сохранения механической энергии

Полная механическая энергия — это сумма потенциальной и кинетической энергии тела в определенный момент времени:

$$E = E_k + E_p .$$

Закон сохранения механической энергии: *полная энергия замкнутой системы сохраняется.*

$$E_{k_0} + E_{p_0} = E_k + E_p.$$

Систему называют *замкнутой*, если тела, входящие в нее, взаимодействуют только друг с другом, а влиянием внешних сил можно пренебречь.

Закон сохранения механической энергии для движения в поле тяжести Земли:

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh.$$

Упругий удар (упругое столкновение движущегося тела с неподвижным телом).

Закон сохранения импульса:

$$m_1\vec{v}_1 = m_1\vec{v}'_1 + m_2\vec{v}'_2.$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1v_1'^2}{2} + \frac{m_2v_2'^2}{2}.$$

Центральный удар. Если удар **центральный**, то направление векторов скоростей после взаимодействия лежат на той же прямой, что и до взаимодействия, поэтому закон сохранения импульса выполняется в проекциях на ось OX .

Закон сохранения импульса:

$$m_1v_1 = m_1v'_1 + m_2v'_2.$$

Закон сохранения энергии:

$$\frac{m_1v_1^2}{2} = \frac{m_1v_1'^2}{2} + \frac{m_2v_2'^2}{2}.$$

Решив систему уравнений, получаем формулы для расчета проекций скоростей тел на ось OX после столкновения:

$$v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1;$$

$$v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1.$$

Анализ полученных формул. Направление движения налетающего шара после столкновения зависит от массы шаров. Если $m_1 > m_2$, то направление сохраняется; модуль скорости равен

$$v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1.$$

Если $m_1 < m_2$, то направление меняется на противоположное; модуль скорости равен

$$v_1' = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} v_1.$$

Если $m_1 = m_2$, то налетающее тело останавливается: $v_1' = 0$.

Изменение механической энергии. Нагревание тела в процессе движения и повышение температуры окружающей среды свидетельствуют о том, что часть механической энергии переходит во внутреннюю. Внутренняя энергия — это энергия молекул тела или окружающей среды. Она складывается из кинетической энергии движущихся молекул и потенциальной энергии их взаимодействия:

$$E - E_0 = A(F_{\text{тр.}}) < 0$$

или

$$E_0 - E = Q, \quad E_{k_0} + E_{p_0} = E_k + E_p + Q,$$

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgh_0 = \frac{mv^2}{2} + mgh + Q,$$

где Q — модуль изменения внутренней энергии, работа по преодолению сил сопротивления воздуха, модуль работы силы трения.

Изменение механической энергии внешними силами. Неупругий удар:

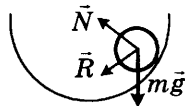
$$E - E_0 = A(F_{\text{внешн.}}) + A(F_{\text{тр.}}).$$

1.4. Статика

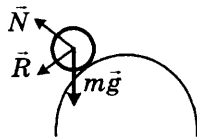
Статика изучает условия равновесия тел.

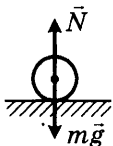
Виды равновесия

Устойчивое равновесие. Если тело вывести из устойчивого равновесия, то появляется сила, возвращающая его в положение равновесия. Устойчивому равновесию соответствует минимальное значение потенциальной энергии ($E_{p\text{min}}$).



Неустойчивое равновесие. Если тело вывести из неустойчивого равновесия, то возникает сила, удаляющая тело от положения равновесия. Неустойчивому равновесию соответствует максимальное значение потенциальной энергии ($E_{p\text{max}}$).



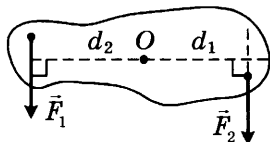


Безразличное равновесие. При выведении тела из состояния безразличного равновесия дополнительных сил не возникает.

Момент силы. Правило моментов

Момент силы M (Н·м) — физическая величина, модуль которой равен произведению модуля силы на плечо силы

$$M = F \cdot d .$$



Плечо силы d (м) — кратчайшее расстояние между осью вращения и линией действия силы.

Знаки моментов. Если сила вызывает вращение тела по часовой стрелке, то такой момент считают положительным:

$$M_1 = F_1 \cdot d_1 .$$

Если сила вызывает вращение тела против часовой стрелки, то в этом случае момент отрицательный:

$$M_2 = -F_2 \cdot d_2 .$$

Правило моментов: тело, имеющее неподвижную ось вращения, находится в равновесии, если алгебраическая сумма моментов всех приложенных к телу сил относительно этой оси равна нулю:

$$\sum M_i = 0 .$$

Или сумма моментов сил, вызывающих вращение тела по часовой стрелке, равна сумме моментов сил, вызывающих вращение тела против часовой стрелки:

$$\sum M_{\text{по час.стр.}} = \sum M_{\text{пр час.стр.}} .$$

Условия равновесия. Тело не участвует в поступательном движении, если

$$\sum \vec{F}_i = 0; \vec{v}_0 = 0 .$$

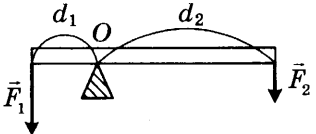
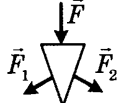
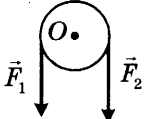
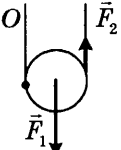
Тело не участвует во вращательном движении, если

$$\sum M_i = 0; \omega_0 = 0 .$$

Тело находится в равновесии при выполнении сразу двух условий:

$$\sum \vec{F}_i = 0; \vec{v}_0 = 0, \sum M_i = 0; \omega_0 = 0 .$$

Простые механизмы — приспособления, служащие для преобразования силы. К ним относятся ворот, наклонная плоскость, рычаг, клин и блоки.

<p>1. Рычаг Дает выигрыш в силе</p> $\frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$	
<p>2. Клин</p> $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$	
<p>3. Неподвижный блок изменяет направление силы</p> $d_1 = d_2; F_1 = F_2$	
<p>4. Подвижный блок дает выигрыш в силе в 2 раза</p> $d_1 = R; d_2 = 2R$	

«Золотое правило механики». При использовании простых механизмов мы выигрываем в силе, но проигрываем в расстоянии, поэтому выигрыша в работе простые механизмы не дают.

Центр тяжести тела — точка, относительно которой момент сил тяжести всех точек тела равен нулю (в случае однородного поля силы тяжести и центр тяжести совпадает с центром масс).

1.5. Гидростатика

Давление. Сила давления

Давление твердого тела p (Па):

$$p = \frac{F}{S}$$

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2.$$

Способы увеличения давления: увеличить силу; уменьшить площадь. Давление в твердых телах передается в том же направлении, в котором действует сила.

Закон Паскаля: *давление, производимое на жидкость или газ, передается жидкостью или газом во все стороны одинаково.*

Это связано с подвижностью молекул в жидком и газообразном состояниях.

Давление столба жидкости:

$$p = \rho_{ж}gh,$$

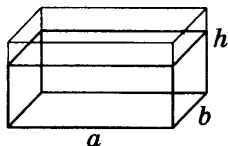
где h — высота столба жидкости (глубина).

Сила давления:

$$F = pS.$$

Сила давления на дно сосуда:

$$F_{\text{дно}} = \rho_{ж}ghab.$$

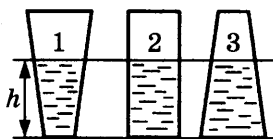


Сила давления на боковую грань аквариума:

$$F_{\text{бок.гр.}} = \frac{\rho_{ж}gh}{2}hb.$$

Гидростатический парадокс (следствие закона Паскаля): давление на дно сосуда определяется только высотой столба жидкости.

Поэтому в трех сосудах оно одинаково!



$$p_1 = p_2 = p_3,$$

а сила давления разная, так как она зависит от площади ($F = pS$):

$$F_1 < F_2 < F_3$$

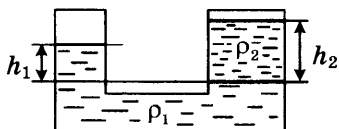
Сообщающиеся сосуды

Сообщающиеся сосуды — сосуды, соединенные между собой или имеющие общее дно.

Уровень жидкости в сообщающихся сосудах располагается горизонтально, если:

- поверхности жидкости открыты;
- в сосуды налита однородная жидкость;
- не один из сосудов не является капилляром;
- в жидкостях нет пузырьков с воздухом.

Давление столбов жидкости на одном горизонтальном уровне одинаково:

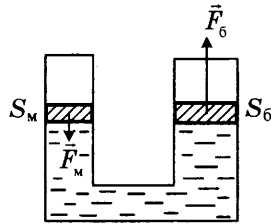


$$\begin{aligned} p_1 &= p_2, \\ \rho_1 gh_1 &= \rho_2 gh_2, \\ \frac{h_1}{h_2} &= \frac{\rho_1}{\rho_2}. \end{aligned}$$

Гидравлический пресс — простой механизм, дающий выигрыш в силе. Он представляет собой сообщающиеся сосуды разного сечения.

В основе его действия лежит закон Паскаля:

$$p_m = p_b, \quad \frac{F_m}{S_m} = \frac{F_b}{S_b},$$



где F_m — сила, действующая на малый поршень (совершает полную работу); F_b — сила, действующая на большой поршень (совершает полезную работу); S_m — площадь малого поршня; S_b — площадь большого поршня.

Работа поршней (без потерь энергии):

$$A_m = A_b, \quad F_m h_m = F_b h_b,$$

где h_m — вертикальное перемещение малого поршня; h_b — перемещение большого поршня.

Выигрыш в силе:

$$\frac{F_b}{F_m} = \frac{S_b}{S_m} = \frac{h_m}{h_b}.$$

Равенство объемов жидкости при движении поршней:

$$S_m h_m = S_b h_b.$$

КПД (есть потери энергии):

$$\eta = \frac{A_b}{A_m} \cdot 100\% = \frac{F_b h_b}{F_m h_m} \cdot 100\% = \frac{p_b}{p_m} \cdot 100\%.$$

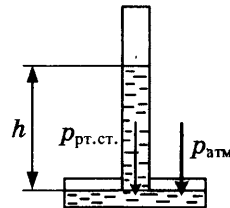
Атмосферное давление

Атмосфера — воздушная оболочка Земли. Она существует благодаря земному притяжению и беспорядочному движению молекул газа. В состав атмосферы входят азот, кислород и другие газы. Атмосфера не имеет четкой границы, плотность воздуха уменьшается с высотой.

Атмосферное давление — давление «воздушного океана», которое так же уменьшается с высотой.

Формула для определения атмосферного давления (в паскалях):

$$p_{\text{атм}} = \rho_{\text{рт}} g h,$$



где $p_{\text{атм}}$ (Па) — атмосферное давление; $\rho_{\text{рт}} = 13600 \text{ кг/м}^3$ — плотность ртути; $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ — ускорение свободного падения; h (м) — высота ртутного столба.

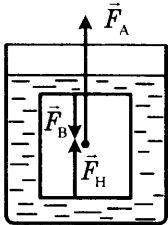
Единицы измерения давления:

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133 \text{ Па}; 1 \text{ атм} = 10^5 \text{ Па}.$$

Нормальное атмосферное давление: $p_0 = 10^5 \text{ Па}$.

Архимедова сила

Архимедова сила (выталкивающая сила, подъемная сила) действует на погруженное в жидкость или газ тело.



Причина возникновения выталкивающей силы: нижняя грань тела находится на большей глубине, чем верхняя, поэтому давление жидкости снизу больше, чем сверху. Из-за разницы в давлениях возникает выталкивающая сила.

Архимедова сила всегда направлена *вертикально вверх*.

Архимедова сила равна разности сил давления на нижнюю и верхнюю грани: $F_A = F_H - F_B$.

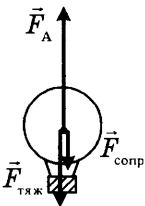
Архимедова сила равна разности веса тела в воздухе и веса тела в жидкости: $F_A = P_{\text{возд}} - P_{\text{ж}}$.

Модуль выталкивающей силы определяется с помощью закона Архимеда.

Закон Архимеда: выталкивающая сила равна весу вытесненной жидкости или газа: $F_A = P_{\text{ж.л.}}$.

Частные случаи определения архимедовой силы

	<p>Полное погружение</p> $F_A = \rho_{\text{ж}} V_{\text{т}} g,$ <p>где $V_{\text{т}}$ — объём тела</p>
	<p>Неполное погружение</p> $F_A = \rho_{\text{ж}} V_{\text{п.ч.}} g,$ <p>где $V_{\text{п.ч.}}$ — объём погруженной части тела</p>



Воздухоплавание. Подъемной силой служит архимедова сила:

$$F_A = \rho_{\text{возд}} V_{\text{ш}} g,$$

а мешают движению сила тяжести и сила сопротивления воздуха:

$$F_{\text{тяж}} = (M_{\text{шар}} + m_{\text{газа}} + m_{\text{корб.}} + m_{\text{тр}})g \text{ и } F_{\text{сопр.}}$$

Управление шаром:

- шар заполняют нагретым воздухом или газом, плотность которого меньше плотности окружающего воздуха;

- сбрасывая балласт, можно увеличить высоту полета;
- охлаждая газ, можно вернуться на землю.

Условия плавания тел. На любое тело, погружённое в жидкость или газ, действуют две противоположно направленные силы: сила тяжести и архимедова сила. Направление движения тела зависит от того, какая из этих сил больше по модулю:

тело тонет — $mg > F_A$; $\rho_t > \rho_{ж}$,

тело всплывает — $mg < F_A$; $\rho_t < \rho_{ж}$,

тело плавает внутри жидкости — $mg = F_A$; $\rho_t = \rho_{ж}$.

Если тело состоит из двух веществ, то

$$F_A = \rho_{ж} (V_1 + V_2) g,$$

$$F_{т.ж} = (\rho_1 V_1 + \rho_2 V_2) g.$$

Вес в гидростатике

Вес тела в воздухе:

- Если в условии задачи не указана плотность воздуха, то вес тела в воздухе:

$$P_0 = mg = \rho_t V_t g.$$

- Если в условии задачи указана плотность воздуха, то вес тела в воздухе:

$$P = P_0 - F_A, \quad P = mg - \rho_{возд} V_t g.$$

Вес тела в жидкости:

$$P_{ж} = P_0 - F_A,$$

$$P_{ж} = mg - F_A,$$

$$P_{ж} = \rho_t V_t g - \rho_{ж} V_{п.ч.} g.$$

Вес корабля:

$$P = F_A = \rho_{ж} V_{п.ч.} g.$$

Осадка корабля — глубина, на которую судно погружается в воду.

Ватерлиния — наибольшая допустимая осадка, отмеченная на корпусе судна.

• **Водоизмещение судна** — вес воды, вытесняемой судном при погружении до ватерлинии.

Вес груза, снятого с корабля:

$$P_{гр} = \Delta h_{ос} S \rho_{ж} g,$$

где $\Delta h_{ос}$ — изменение осадки корабля.



2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. ГАЗОВЫЕ ЗАКОНЫ

Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование.

1. Все вещества состоят из *молекул* (получены фотографии с помощью электронного микроскопа).'

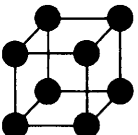
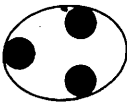
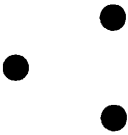
2. Между молекулами есть *промежутки*; при нагревании они увеличиваются, а при охлаждении уменьшаются. (Объем смеси воды и спирта меньше, чем сумма объемов воды и спирта до соединения.) Только у воды при охлаждении до $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже промежутки между молекулами увеличиваются.

3. Молекулы *движутся*. Чем быстрее их движение, тем больше температура вещества, и наоборот. (Диффузия — явление перемешивания веществ без постороннего воздействия; броуновское движение — тепловое движение частиц под действием молекул вещества, в котором эти частицы взвешены.)

4. Молекулы *взаимодействуют*. На расстояниях, сравнимых с размерами молекул, заметнее проявляется притяжение, а при уменьшении расстояний — отталкивание. (Пример: склеивание двух плоских стекол, смоченных водой.)

Строение твердых, жидких и газообразных веществ

Химический состав молекул не зависит от агрегатного состояния.

	Твердое тело	Жидкость	Газ
Строение			
Расстояния между молекулами	Сравнимо с размером молекул	Чуть больше, чем в твердом теле	Многokrратно превышает размеры молекул
Характер движения	Колебательное	Скачкообразное	Хаотическое
Скорости молекул	Малы	Скорее малы	Огромны
Взаимодействие между молекулами	Наибольшее	Меньше, чем у твердых тел	Наименьшее

Свойства твердых, жидких и газообразных веществ

	Сохраняет объем	Сохраняет форму	Особые свойства
Твердое тело	+	+	
Жидкость	+	—	текучесть
Газ	—	—	летучесть

Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа

Идеальный газ — газ, удовлетворяющий трем условиям: 1) молекулы — материальные точки; 2) потенциальной энергией взаимодействия можно пренебречь; 3) столкновения между молекулами являются абсолютно упругими.

Реальный газ с малой плотностью можно считать идеальным.

Основное уравнение МКТ идеального газа связывает *макропараметры* (давление, объем, температуру, массу) и *микропараметры* (массу молекул, скорость молекул, кинетическую энергию).

Давление идеального газа связано с тем, что молекулы газа беспорядочно движутся, сталкиваются друг с другом и со стенками сосуда:

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \overline{v^2},$$

$$p = \frac{1}{3} \rho \overline{v^2},$$

$$p = \frac{2}{3} n \overline{E_k},$$

$$p = nkT.$$

Следствия из основного уравнения молекулярно-кинетической теории идеального газа:

скорость движения молекул или частиц:

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}},$$

$R = N_A \cdot k = 8,31 \text{ Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль})$ — универсальная газовая постоянная,

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}/\text{К}$ — постоянная Больцмана,

$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \frac{1}{\text{моль}}$ — постоянная Авогадро,

p (Па) — давление газа,

$m_0 = \frac{M}{N_A}$ (кг) — масса одной молекулы,

M (кг/моль) — молярная масса,

$n = \frac{N}{V} \left(\frac{1}{\text{м}^3} \right)$ — концентрация,

N — число молекул,

V (м³) — объём газа,

$\rho = \frac{m}{V}$ (кг/м³) — плотность вещества,

$$v = \sqrt{\frac{3RT}{M}};$$

температура — мера средней кинетической энергии молекул идеального газа:

$$\bar{E}_k = \frac{3}{2} kT,$$

$$T = \frac{2\bar{E}_k}{3k}.$$

m (кг) — масса газа,

\bar{v}^2 (м²/с²) — среднее значение

квадрата скорости,

$v = \sqrt{\bar{v}^2}$ (м/с) — квадратичная скорость,

\bar{E}_k (Дж) — среднее значение кинетической энергии,

$E = N\bar{E}_k$ (Дж) — полная энергия поступательного движения молекул,

T (К) — абсолютная температура газа.

Уравнение состояния идеального газа

Уравнение состояния идеального газа было открыто экспериментально и носит название **уравнения Клапейрона— Менделеева**. Оно устанавливает математическую зависимость между параметрами идеального газа, находящегося в одном состоянии. Уравнение состояния также можно использовать, если газ переходит из одного состояния в другое и при этом изменяется его масса или молярная масса:

$$pV = \frac{m}{M} RT, \quad pV = \frac{N}{N_A} RT$$

$$pV = \nu RT, \quad p = \frac{\rho}{M} RT$$

$$p = \frac{n}{N_A} RT.$$

Объединенный газовый закон

Объединенный газовый закон (открыт экспериментально): *при постоянной массе газа и его неизменной молярной массе отношение произведения давления на объём к его абсолютной температуре остаётся величиной постоянной:*

$$\frac{pV}{T} = \text{const} \quad \text{или} \quad \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}.$$

Газовые законы устанавливают математическую зависимость параметров газа в изопроцессах. Формулы газовых законов можно получить как следствия объединенного газового закона.

Изотермический процесс	Изобарный процесс	Изохорный процесс
$m_1 = m_2$ $M_1 = M_2$ $T_1 = T_2$	$m_1 = m_2$ $M_1 = M_2$ $p_1 = p_2$	$m_1 = m_2$ $M_1 = M_2$ $V_1 = V_2$
Закон Бойля—Мариотта $p_1 V_1 = p_2 V_2$	Закон Гей-Люссака $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$	Закон Шарля $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$

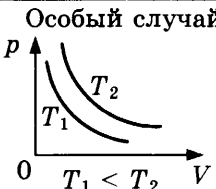
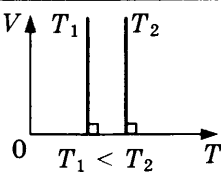
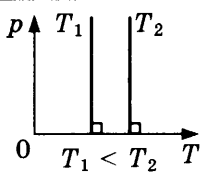
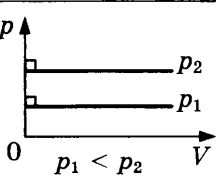
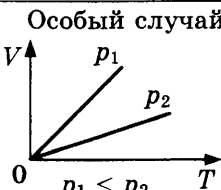
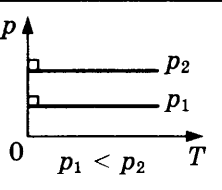
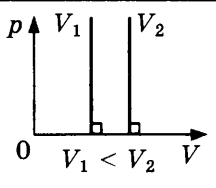
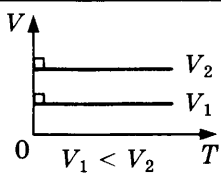
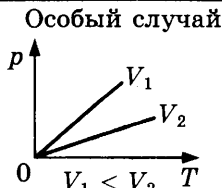
Закон Дальтона

Закон Дальтона справедлив для смеси газов: *давление смеси газов равно сумме их парциальных давлений*. Например, давление воздуха складывается из давления азота, кислорода, углекислого газа, водяного пара и т.д.

$$p = p'_1 + p'_2 + \dots$$

Парциальное давление — давление, которое производил бы данный газ, если бы другие газы отсутствовали.

Графики изопроцессов

Изотермический процесс (температура не меняется)		
Особый случай 		
Изобарный процесс (давление не меняется)		
	Особый случай 	
Изохорный процесс (объем не меняется)		
		Особый случай 

Испарение и конденсация. Влажность воздуха

Испарение — переход молекул вещества из жидкого состояния в газообразное, причем процесс парообразования происходит только со свободной поверхности жидкости. Испарение бывает при любой температуре, так как всегда найдутся достаточно «быстрые» молекулы, способные преодолеть притяжение молекул жидкости. Запомните, что в результате испарения из жидкости вылетают самые быстрые молекулы, поэтому температура жидкости понижается.

Скорость испарения зависит от:

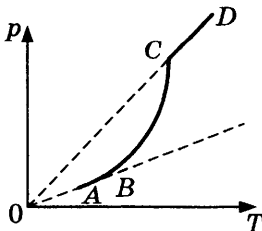
- 1) температуры жидкости (больше или меньше «быстрых» молекул);
- 2) рода жидкости (сильнее или слабее взаимодействие между молекулами);
- 3) наличия воздушных потоков;
- 4) влажности воздуха;
- 5) площади открытой поверхности.

Конденсация — процесс обратный испарению, т.е. молекулы из газообразного состояния переходят в жидкое. В открытом сосуде всегда преобладает испарение, а в герметично закрытом сосуде устанавливается равновесие между этими процессами.

Динамическое равновесие — это состояние, при котором число испарившихся за единицу времени молекул равно числу сконденсированных. Пар, находящийся в состоянии динамического равновесия со своей жидкостью, называют *насыщенным*.

Давление насыщенного пара не зависит от объема. Если объем уменьшается, то увеличивается «влажность», конденсация будет преобладать над испарением до тех пор, пока не наступит динамическое равновесие. Если объем увеличивается, то процесс испарения станет преобладающим, и через некоторое время снова наступит динамическое равновесие.

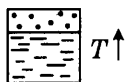
Зависимость давления насыщенного пара от температуры.



Для объяснения экспериментальной зависимости будем считать насыщенный пар идеальным газом и воспользуемся основным уравнением МКТ идеального газа:

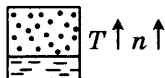
$$p = nkT .$$

Прямая *AB*: давление возрастает только за счет увеличения скорости молекул газа.



На этапе *BC* две причины роста давления:

- 1) возрастают скорости молекул;
- 2) увеличивается их концентрация (из-за испарения).



Прямая *CD*: все молекулы находятся в газообразном состоянии, давление возрастает только за счет увеличения скоростей молекул.



Влажность воздуха. Относительная влажность φ (%):

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}(t)} \cdot 100\% = \frac{p}{p_{\text{нас}}(t)} \cdot 100\%,$$

где ρ (кг/м³) — плотность водяного пара, $\rho_{\text{нас}}(t)$ — плотность насыщенного водяного пара при данной температуре (табличная величина); p (Па) — парциальное давление водяного пара; $p_{\text{нас}}(t)$ — давление насыщенного пара при данной температуре (табличная величина).

Абсолютная влажность ρ (кг/м³) — это плотность водяного пара:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{pM_{\text{в.п.}}}{RT} = \frac{\varphi \rho_{\text{нас}}}{100\%},$$

где m (кг) — масса водяного пара; V (м³) — объём водяного пара; $M_{\text{в.п.}} = 18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль — молярная масса водяного пара; $R = 8,31$ Дж/(К · моль) — универсальная газовая постоянная; T (К) — абсолютная температура пара.

3. ТЕРМОДИНАМИКА

Внутренняя энергия вещества

Внутренняя энергия сосредоточена «внутри» вещества и складывается из потенциальной энергии взаимодействующих молекул (или атомов) и кинетической энергии их движения:

$$U = \Sigma E_{\text{к0}} + \Sigma E_{\text{п0}},$$

где $\Sigma E_{\text{к0}}(v)$ — кинетическая энергия молекул (атомов), которая зависит от скорости их движения. Она изменяется только

при изменении температуры. В процессе агрегатных переходов кинетическая энергия молекул остаётся неизменной;

$\sum E_{p_0}(r)$ — потенциальная энергия молекул, которая зависит от промежутков между молекулами. Она изменяется при изменении температуры и объёма. Например, в процессе агрегатных переходов изменяется именно потенциальная энергия молекул.

Способы изменения внутренней энергии:

- 1) совершение работы (за счет трения или ударов);
- 2) теплопередача (приведение в соприкосновение с более холодным или более нагретым телом).

Виды теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение.

Теплопроводность. При теплопроводности происходит постепенное увеличение скорости движения молекул. Это возможно только благодаря межмолекулярному взаимодействию, поэтому теплопроводность в твердых телах происходит быстрее, чем в жидкостях. В газах она осуществляется ещё медленнее. Для сохранения тепла используют пористые материалы, в которых много воздуха. Воздух — это смесь газов, поэтому он плохо проводит тепло.

В вакууме теплопроводность невозможна.

Конвекция. При конвекции теплые слои жидкости или газа поднимаются, а холодные опускаются. Конвекция осуществляется в жидкостях и газах.

В твердых телах и в вакууме конвекция невозможна.

Применение конвекции. Нагреватели следует располагать внизу, а охлаждающие тела вверху.

Излучение. Все нагретые тела излучают энергию. Чем больше нагрето тело, тем сильнее излучение. Теплопередача за счет излучения возможно в любой среде, в том числе и в вакууме.

Свойства излучения. Темные поверхности хорошо поглощают излучение, но быстро отдают энергию при охлаждении. Зеркальные и светлые поверхности отражают излучение и медленно остывают.

Количество теплоты Q (Дж)— физическая величина, которая показывает, на сколько изменяется внутренняя энергия вещества в процессе теплопередачи: $Q = \pm \Delta U$.

Если внутренняя энергия вещества увеличивается, то $Q > 0$. Это происходит при нагревании, плавлении и кипении.

Если внутренняя энергия уменьшается, то $Q < 0$. Это происходит при охлаждении, отвердевании и конденсации.

Нагревание и охлаждение вещества: $Q = cm(t_k - t_n)$,

где $(t_k - t_n)$ (°С, К) — изменение температуры вещества; t_n (°С, К) — начальная температура вещества; t_k (°С, К) — конечная температура вещества; m (кг) — масса вещества; c (Дж/(кг · К)) — удельная теплоемкость вещества показывает, какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть 1 кг данного вещества на 1 К (или на 1 °С).

Такое же количество теплоты выделится при охлаждении 1 кг этого вещества на 1 К: $Q = C\Delta T$,

где $C = cm$ (Дж/К) — теплоёмкость вещества,

$$Q = c_\mu \nu \Delta T,$$

где $c_\mu = \frac{Q}{\nu \Delta T}$ (Дж/(моль · К)) — молярная теплоёмкость.

Сгорание топлива: $Q = qt$,

где q (Дж/кг) — удельная теплота сгорания топлива, показывающая, какое количество теплоты выделяется при полном сгорании 1 кг данного вида топлива,

$$Q = q_V V,$$

где q_V (Дж/м³) — теплота сгорания газа, показывающая, какое количество теплоты выделится при полном сгорании 1 м³ данного газа.

Агрегатные (фазовые) переходы

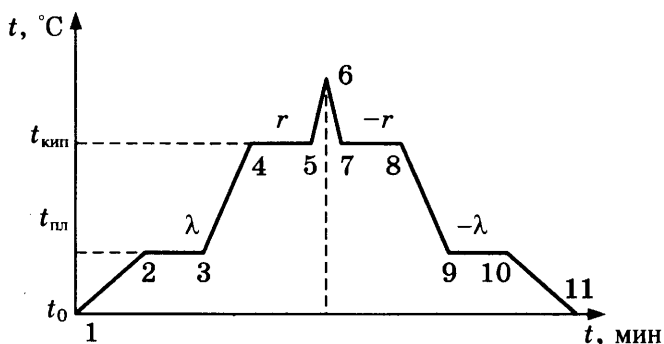
Плавление — переход вещества из твердого состояния в жидкое. Плавление каждого вещества происходит при определенной температуре, которую называют *температурой плавления*. Все подводимое тепло идет на разрушение кристаллической решетки, при этом увеличивается потенциальная энергия молекул. Кинетическая энергия остаётся без изменений и температура в процессе плавления не изменяется: $Q = \lambda t$, где λ (Дж/кг) — удельная теплота плавления, показывающая, какое количество теплоты необходимо сообщить 1 кг данного вещества, чтобы перевести его из твердого состояния в жидкое при условии, что оно уже нагрето до температуры плавления. В процессе отвердевания 1 кг данной жидкости, охлажденной до температуры отвердевания, выделится такое же количество теплоты.

Отвердевание (кристаллизация) — процесс, обратный плавлению. Осуществляется переход вещества из жидкого состояния в твердое. Происходит он при той же температуре, что и плавление. В процессе отвердевания температура также не изменяется: $Q = -\lambda t$.

Кипение (парообразование) — переход вещества из жидкого состояния в газообразное. Происходит при определенной температуре, которую называют *температурой кипения*. В отличие от испарения, при кипении процесс парообразования идет со всего объема жидкости. Несмотря на то, что к кипящему веществу подводят тепло, температура не изменяется. Все затраты энергии идут на увеличение промежутков между молекулами. Температура кипения зависит от рода вещества и внешнего атмосферного давления: $Q = rm$, где r (Дж/кг) — удельная теплота парообразования, показывающая, какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы перевести в пар 1 кг жидкости, нагретой до температуры кипения. Такое же количество теплоты выделится в процессе конденсации 1 кг пара, охлажденного до температуры конденсации.

Конденсация — процесс, обратный кипению. Происходит при температуре кипения, которая также не изменяется во время всего процесса: $Q = -rm$.

Тепловые процессы при нагревании и охлаждении



1-2	Нагревание твердого тела	$Q = c_{\tau}m(t_{\text{пл}} - t_0)$
2-3	Плавление ($t_{\text{пл}}$)	$Q = \lambda m$
3-4	Нагревание жидкости	$Q = c_{\text{ж}}m(t_{\text{кип}} - t_{\text{пл}})$
4-5	Кипение ($t_{\text{кип}}$)	$Q = rm$
5-6	Нагревание пара	$Q = c_{\text{п}}m(t - t_{\text{кип}})$
6-7	Охлаждение пара	$Q = c_{\text{п}}m(t_{\text{кип}} - t)$
7-8	Конденсация ($t_{\text{кип}}$)	$Q = -rm$
8-9	Охлаждение жидкости	$Q = c_{\text{ж}}m(t_{\text{пл}} - t_{\text{кип}})$
9-10	Отвердевание ($t_{\text{пл}}$)	$Q = -\lambda m$
10-11	Охлаждение твердого тела	$Q = c_{\tau} m(t_0 - t_{\text{пл}})$

Теплообмен. Уравнение теплового баланса с учетом знаков количества теплоты:

$$Q_{\text{отд}} + Q_{\text{получ.}} = 0,$$

$$Q_{\text{отд}} < 0,$$

$$Q_{\text{получ.}} > 0.$$

Коэффициент полезного действия:

$$\eta = \frac{E_{\text{полезн.}}}{W_{\text{затрач}}} \cdot 100\%; \quad \eta = \frac{A_{\text{полезн.}}}{A_{\text{затрач}}} \cdot 100\%, \quad \text{или} \quad \eta = \frac{N_{\text{полезн.}}}{P_{\text{потреб.}}} \cdot 100\%.$$

Работа идеального газа

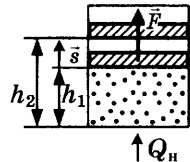
Если газ, находящийся под поршнем, нагреть, то, расширяясь, он поднимет поршень, т.е. совершит механическую работу.

Изобарное расширение газа:

$$A = F s \cos \alpha; \quad F = pS;$$

$$s = h_2 - h_1; \quad \cos \alpha = 1, \quad \vec{F} \uparrow \uparrow \vec{s};$$

$$A' = p(V_2 - V_1) = p\Delta V > 0.$$



Изобарное сжатие газа: $A' = p(V_2 - V_1) = p\Delta V < 0.$

Изобарное нагревание газа:

$$1) \quad A' = \nu R \Delta T;$$

$$2) \quad A' = \nu R(T_2 - T_1);$$

$$3) \quad A' = \frac{m}{M} R \Delta T.$$

Газ находится под массивным поршнем и медленно расширяется:

$$A' = \left(p_{\text{атм}} + \frac{mg}{S} \right) \Delta V.$$

Изохорный процесс: $\Delta V = 0, \quad A' = 0.$

Геометрический смысл работы в термодинамике. В термодинамике для нахождения работы можно вычислить площадь фигуры под графиком в осях (p, V) .

Внутренняя энергия идеального газа

Внутренняя энергия идеального газа представляет собой сумму только кинетической энергии всех молекул, а потенциальной энергией взаимодействия можно пренебречь:

$$U = \sum E_{k_0} = N E_{k_0} = \frac{m N_A}{M} \cdot \frac{ikT}{2} = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} RT = \frac{i}{2} \nu RT = \frac{i}{2} pV,$$

где i — степень свободы: $i = 3$ для одноатомного (или идеально-го) газа, $i = 5$ для двухатомного газа, $i = 6$ для трехатомного газа и больше.

Числом степеней свободы механической системы называют количество независимых величин, с помощью которых может быть задано положение системы.

Изменение внутренней энергии идеального газа

Основная формула	$\Delta U = \frac{i}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1)$
Изобарное рас- ширение	$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} (pV_2 - pV_1) = \frac{i}{2} p \Delta V$
Изохорное увели- чение давления	$\Delta U = \frac{i}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{i}{2} (p_2 V - p_1 V) = \frac{i}{2} V \Delta p$
Произвольный процесс	$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1)$

Первое начало термодинамики

Первое начало термодинамики (закон сохранения энергии в тепловых процессах): *внутреннюю энергию можно изменить двумя способами — за счет теплопередачи или при соверше-нии работы*

$$\pm \Delta U = \pm Q \pm A',$$

где $+\Delta U$ — внутренняя энергия увеличивается,

$-\Delta U$ — внутренняя энергия уменьшается,

$+Q$ — газ нагревают, газу передают количество теплоты,

$-Q$ — газ охлаждается, газ отдает тепло окружающей среде,

$+A'$ — газ сжимает внешняя сила,

$-A'$ — газ расширяется, газ совершает работу.

Знак перед работой показывает, как процесс совершения ра-боты влияет на изменение внутренней энергии газа.

От чего зависят физические величины, входящие в первое начало термодинамики.

Изменение внутренней энергии — от изменения температуры:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T.$$

Количество теплоты — от изменения температуры: $Q = c m \Delta T$.

Работа газа — от изменения объёма: $A' = p \Delta V$.

Первое начало термодинамики для изопроцессов:

Изотермический ($T = \text{const}$)	$\Delta U = 0, Q = A'$
Изохорный ($V = \text{const}$)	$A' = 0, \Delta U = Q$
Изобарное расширение газа ($p = \text{const}$)	$\Delta U = Q - p\Delta V$ $\Delta U = Q - \nu R\Delta T$
Адиабатный ($Q = 0$) (или теплоизолированная система)	$Q = 0, \Delta U = A'$

Тепловые машины

Тепловые машины — устройства, в которых за счет внутренней энергии топлива совершается механическая работа. Чтобы тепловая машина работала циклически, необходимо, чтобы часть энергии, полученной от нагревателя, она отдавала холодильнику.

Второе начало термодинамики: в циклически действующем тепловом двигателе невозможно преобразовать все количество теплоты, полученное от нагревателя, в механическую работу.

Цикл Карно происходит с идеальным газом.

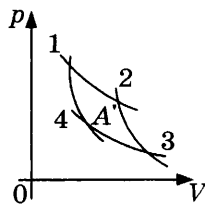
График цикла Карно состоит из двух адиабат и двух изотерм:

1-2 — изотермическое расширение

2-3 — адиабатное расширение

3-4 — изотермическое сжатие

4-1 — адиабатное сжатие



Максимальный КПД соответствует циклу Карно:

$$\eta = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} \cdot 100\%,$$

$$\eta = \frac{A'}{Q_n} \cdot 100\%, \quad \eta = \frac{Nt}{Q_n} \cdot 100\%, \quad \eta = \frac{A'}{A' + Q_x} \cdot 100\%$$

$$\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} \cdot 100\%,$$

где Q_n (Дж) — количество теплоты, полученное от нагревателя (полученное количество теплоты);

Q_x (Дж) — количество теплоты, отданное холодильнику (отданное количество теплоты);

A' (Дж) — работа, совершенная газом;

N (Вт) — полезная мощность;

T_n (К) — температура нагревателя;

T_x (К) — температура холодильника.

4. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

4.1. Электростатика

Электрический заряд. Закон сохранения заряда.

Электрическое поле

Электростатика изучает неподвижные заряды.

Электризация — процесс, в результате которого тело приобретает электрический заряд. Если тело начинает притягивать к себе другие тела, то говорят, что оно наэлектризовано, или приобрело электрический заряд.

Электрический заряд q (Кл) определяет способность тел участвовать в электромагнитных взаимодействиях. В природе существуют два вида зарядов, которые условно назвали *положительными* и *отрицательными*. Одноименные заряды отталкиваются, а разноименные притягиваются.

Закон сохранения заряда: алгебраическая сумма зарядов в замкнутой системе сохраняется:

$$\sum q_i = \text{const.}$$

Систему называют *замкнутой*, если в ней не происходит обмена зарядами с окружающей средой.

Экспериментально доказано, что заряды можно делить, но до определенного предела. Носитель наименьшего электрического заряда — отрицательно заряженный *электрон*:

$$q_e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}; \quad m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг.}$$

Модуль любого заряда кратен заряду электрона:

$$q = Nq_e,$$

где $N = \frac{q}{q_e}$ — избыток электронов.

Удельный заряд: $\frac{q}{m}$ (Кл/кг).

Поверхностная плотность заряда: $\sigma = \frac{q}{S}$ (Кл/м²).

Вокруг заряженных тел существует особая среда — **электрическое поле**. Именно это поле является посредником в передаче электрического взаимодействия.

Свойства электрического поля:

- материально, т. е. существует независимо от нашего сознания;
- возникает вокруг зарядов и обнаруживается по действию на пробный заряд;
- непрерывно распределено в пространстве;
- ослабевает по мере удаления от заряда;

- скорость распространения электрического поля в вакууме равна скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

Закон Кулона

Закон Кулона — основной закон электростатики был открыт экспериментально в 1785 г.: *два неподвижных точечных заряда в вакууме взаимодействуют друг с другом с силой прямо пропорциональной произведению модулей зарядов и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними:*

$$F_{\text{к}} = \frac{k|q_1| \cdot |q_2|}{r^2},$$

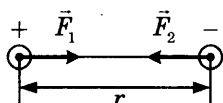
где $|q_1|$ (Кл) и $|q_2|$ (Кл) — модули зарядов, r (м) — расстояние между зарядами, k — коэффициент пропорциональности, который численно равен силе взаимодействия между двумя точечными зарядами по 1 Кл, находящимися на расстоянии 1 м друг от друга:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2;$$

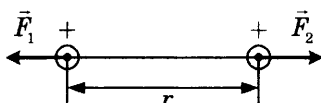
$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Кл²/(Н · м²) — электрическая постоянная.

Направление силы Кулона зависит от знаков зарядов.

Взаимное притяжение разноименных зарядов:



Взаимное отталкивание одноименных зарядов:



Закон Кулона в среде:

$$F_{\text{к}} = \frac{k|q_1| \cdot |q_2|}{\epsilon r^2},$$

где ϵ — диэлектрическая проницаемость (табличная величина, показывающая, во сколько раз электрическое взаимодействие в среде уменьшается по сравнению с вакуумом).

Характеристики электрического поля

Напряженность \vec{E} (Н/Кл = В/м) — силовая характеристика электрического поля, численно равная электрической силе, действующей на единичный положительный заряд:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{\text{к}}}{q_0},$$

где q_0 — пробный заряд.

Направление вектора напряженности совпадает с направлением силы Кулона, если пробный заряд положительный: $q_0 > 0, \vec{E} \uparrow \uparrow \vec{F}_k$.

Силовые линии — линии, касательные к которым совпадают с вектором напряженности.

- Направление силовой линии совпадает с направлением вектора напряженности.
- Чем гуще силовые линии, тем сильнее электрическое поле.
- Линии напряженности начинаются на положительных зарядах, а заканчиваются на отрицательных или на бесконечности.
- Если силовые линии поля параллельны, то поле называют однородным.

Потенциальная энергия взаимодействия двух зарядов W (Дж) в вакууме:

$$W = \frac{k(\pm q_1)(\pm q_2)}{r},$$

в среде:

$$W = \frac{k(\pm q_1)(\pm q_2)}{\epsilon r}.$$

Знак потенциальной энергии зависит от знаков заряженных тел.

$W_{12} < 0$ — энергия притяжения разноименно заряженных тел; $W_{12} > 0$ — энергия отталкивания одноименно заряженных тел.

Потенциал φ (В) — энергетическая характеристика электрического поля:

$$\varphi = \frac{W_p}{q_0},$$

где q_0 — пробный заряд.

Потенциал — скалярная физическая величина. Знак потенциала зависит от знака заряда, создающего поле.

Значение потенциала зависит от выбора нулевого уровня для отсчета потенциальной энергии, а разность потенциалов (напряжение U (В)) — от выбора нулевого уровня не зависит:

$$U = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{A_{12}}{q},$$

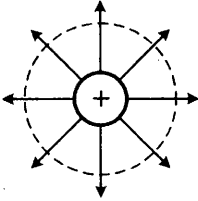
где A_{12} — работа электрических сил по перемещению заряда из точки 1 в точку 2.

Эквипотенциальные поверхности — это поверхности, имеющие одинаковый потенциал. Они равноудалены от заряженных

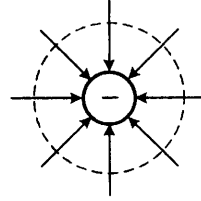
тел и обычно повторяют их форму. Эквипотенциальные поверхности перпендикулярны силовым линиям.

Электростатическое поле точечного заряда

Положительный заряд $+Q$



Отрицательный заряд $-Q$



Силовые линии: у положительного заряда силовые линии направлены от заряда по радиальным линиям; у отрицательно заряда — к заряду по радиальным линиям.

Модуль напряженности:

- 1) не зависит от значения пробного заряда q_0

$$E = \frac{F_K}{q_0} = \frac{kQq_0}{r^2q_0} = \frac{kQ}{r^2},$$

где r — расстояние от точечного заряда до изучаемой точки;

- 2) в вакууме $E = \frac{kQ}{r^2}$;

- 3) в среде $E_{\text{сп.}} = \frac{E_{\text{вак}}}{\epsilon} = \frac{kQ}{\epsilon r^2}$.

Сила Кулона $\vec{F} = q\vec{E}$.

Потенциал:

- 1) не зависит от значения пробного заряда q_0

$$\varphi = \frac{W_p}{q_0} = \pm \frac{kQq_0}{rq_0} = \pm \frac{kQ}{r};$$

- 2) в вакууме $\varphi = \pm \frac{kQ}{r}$;

- 3) в среде $\varphi = \pm \frac{kQ}{\epsilon r}$.

Знак потенциала зависит от знака заряда, создающего поле.

Эквипотенциальные поверхности — концентрические сферы, центр которых совпадает с положением заряда.

Работа электрического поля по перемещению точечного заряда:

$$A_{12} = \pm q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

Принцип суперпозиции сил и полей

Принцип суперпозиции сил: результирующая (равнодействующая) сила равна векторной сумме всех сил, действующих на тело.

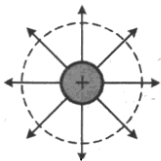
$$\vec{R} = \Sigma \vec{F}_i, \text{ где } F_i = \frac{kq_1q_2}{r_i^2}.$$

Принцип суперпозиции полей: если в некоторой точке пространства накладываются электрические поля от нескольких зарядов, то результирующая напряженность находится как векторная сумма напряженностей отдельных полей.

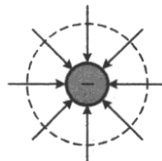
$$\vec{E} = \Sigma \vec{E}_i, \text{ где } E_i = \frac{kq_i}{r_i^2}.$$

Электростатическое поле заряженной сферы

Положительно заряженная
сфера $+Q$



Отрицательно заряженная
сфера $-Q$



Силовые линии — радиальные линии, начинающиеся на положительно заряженной сфере или радиальные линии, заканчивающиеся на отрицательно заряженной сфере.

Модуль напряженности:

1) внутри проводника ($r < R$) $E = 0$;

2) на поверхности проводника ($r = R$) $E = \frac{kQ}{R^2}$,

где R — радиус сферы;

3) вне проводника ($r > R$) $E = \frac{kQ}{r^2} = \frac{kQ}{(R+a)^2}$,

где a — расстояние от поверхности сферы до изучаемой точки;
 r — расстояние от центра сферы до изучаемой точки.

Сила Кулона $\vec{F} = q\vec{E}$.

Потенциал:

1) внутри проводника ($r < R$) и на поверхности проводника

$$(r = R) \quad \varphi = \pm \frac{kQ}{R};$$

2) вне проводника ($r > R$) $\varphi = \pm \frac{kQ}{r} = \pm \frac{kQ}{R+a}$.

Эквипотенциальные поверхности — объём сферы представляет собой эквипотенциальную область, а её поверхность является эквипотенциальной. Вне проводника эквипотенциальные поверхности представляют собой концентрические сферы.

Ёмкость: $C = \frac{Q}{\varphi} = \frac{QR}{kQ} = \frac{\varepsilon R}{k}$.

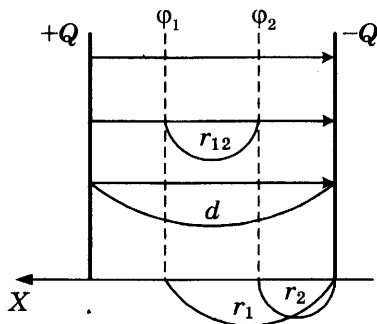
Потенциальная энергия: $W = \frac{C\varphi^2}{2} = \frac{\varepsilon R\varphi^2}{2k}$.

Работа электрического поля по перемещению точечного заряда:

$$A_{12} = \pm q(\varphi_1 - \varphi_2).$$

Однородное электростатическое поле

Электрическое поле сосредоточено между разноименно заряженными пластинами (обкладками конденсатора).



Силовые линии начинаются на положительно заряженной пластине, а заканчиваются на отрицательно заряженной. Силовые линии параллельны друг другу, т. е. поле однородно.

Напряженность: $E = \frac{Q}{S\varepsilon_0\varepsilon} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0\varepsilon}$,

где $\sigma = \frac{Q}{S}$ — поверхностная плотность заряда.

Потенциал: $\varphi = Er$.

Разность потенциалов: $\varphi_1 - \varphi_2 = Er_{12}$.

Напряжение между пластинами: $U = Ed$.

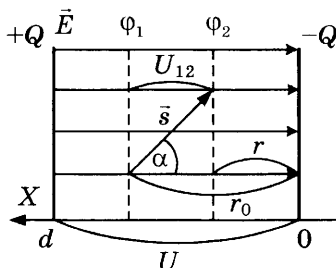
Эквипотенциальные поверхности — плоскости, параллельные заряженным пластинам.

Сила Кулона: $F = qE = \frac{qU}{d}$.

Работа однородного электрического поля

Механическая работа: $A = F s \cos \alpha$,

где $F_k = qE = q \frac{U}{d}$ — сила Кулона; $s \cos \alpha = r_0 - r$ — проекция перемещения на силовую линию.



Основные формулы для расчета работы:

$$A = F_k s \cos \alpha = \pm q E s \cos \alpha,$$

$$A = \pm q E (r_0 - r) = q E r_0 - q E r,$$

$$A = \pm q \frac{U}{d} s \cos \alpha = \pm q \frac{U}{d} (r_0 - r),$$

где E — напряженность электрического поля, U — разность потенциалов (напряжение) между пластинами, d — расстояние между пластинами, $\pm q$ — заряд, переносимый полем, s — модуль перемещения заряда, α — угол между силой Кулона и перемещением, r_0 — начальное положение заряда, r — конечное положение заряда.

Работа и разность потенциалов:

$$A = \pm q (\phi_1 - \phi_2) = \pm q U_{12},$$

где ϕ_1 — начальный потенциал, ϕ_2 — конечный потенциал, U_{12} — напряжение между точками начального и конечного положения заряда.

Работа и изменение кинетической энергии:

$$A = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \Delta E_k.$$

Работа и изменение потенциальной энергии:

$$A = -(qEr - qEr_0) = -\Delta W_p.$$

Конденсаторы

Конденсатор — это два проводника, разделенных слоем диэлектрика, который служит для накопления заряда.

Плоский конденсатор — система двух разноименно заряженных пластин.

Разность потенциалов U (В) между обкладками конденсатора (напряжение между пластинами):

$$U = Ed,$$

где E (В/м) — напряженность однородного электрического поля, d (м) — расстояние между пластинами конденсатора.

Електроёмкость конденсатора. Електроёмкость плоского конденсатора C (Ф):

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon S}{d},$$

где $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Кл}^2/(\text{Н} \cdot \text{м}^2)$; ϵ — диэлектрическая проницаемость среды, S (м^2) — площадь каждой пластины.

У воздушного конденсатора $\epsilon = 1$.

Електроёмкость конденсатора:

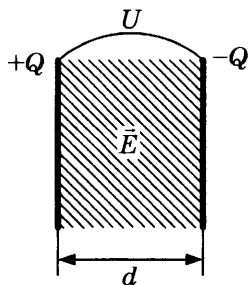
$$C = \frac{Q}{U} \text{ или } C = \frac{q}{U}.$$

Електроёмкость конденсатора зависит только от геометрических параметров S, d, ϵ и не зависит от заряда Q (q) и напряжения U .

Енергия конденсатора:

$$W_3 = \frac{q^2}{2C} = \frac{CU^2}{2} = \frac{\epsilon \epsilon_0 S d E^2}{2}.$$

Плотность энергии: $\frac{W_3}{V} = \frac{W_3}{Sd} = \frac{\epsilon \epsilon_0 E^2}{2}.$



Соединения конденсаторов

	Последовательное соединение	Параллельное соединение
Схема	$\begin{array}{c} C1 \quad C2 \\ \text{---} \text{---} \text{---} \end{array}$	
Напряжение	$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 + U_2$
Заряд	$q = q_1 = q_2$	$q = q_1 + q_2$
Електроёмкость	$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$	$C = C_1 + C_2$

4.2. Постоянный ток

Электрический ток в металлах

Электрический ток — направленное движение заряженных частиц под действием внешнего электрического поля.

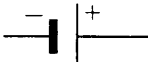




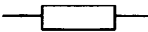


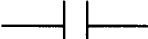
Условия существования электрического тока:

- 1) наличие заряженных частиц;
- 2) электрическое поле (создается источниками тока).

Носители электрического тока:

- в металлах — свободные электроны;
- в электролитах — положительные и отрицательные ионы;
- в газах — положительные ионы и электроны;
- в полупроводниках — электроны и «дырки»;
- в вакууме — электроны.

Графическое изображение некоторых элементов электрической цепи:

<p>Источник тока</p> 	<p>Лампа</p> 	<p>Ключ</p> 
<p>Соединительный провод</p> 	<p>Пересечение соединительных проводов</p> 	<p>Резистор</p> 
<p>Амперметр</p> 	<p>Вольтметр</p> 	<p>Конденсатор</p> 

По проводам перемещаются отрицательные электроны, т.е. ток идет от «-» к «+» источника. Направление движения электронов называют действительным.

Условное направление тока: от «+» источника к «-».

Действия электрического тока: тепловое, световое, магнитное, химическое, механическое, биологическое.

Сила тока I (А) показывает, какой заряд проходит через поперечное сечение проводника за 1 с:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{q}{t} = \frac{Nq_e}{t},$$

где N — число электронов.

Плотность тока j (А/м²): $j = \frac{I}{S}$.

Закон Ома для участка цепи: $I = \frac{U}{R}$.

Сила тока и скорость движения электронов: $I = nq_e S v$,
 где n — концентрация.

$$n = \frac{N}{V} = \frac{\rho}{m_0} = \frac{\rho N_A}{M}.$$

Скорость движения электронов: $v = \frac{I}{nq_e S}.$

Сопротивление R (Ом) металлов характеризует тормозящее действие положительных ионов кристаллической решетки на движение свободных электронов:

$$R = \frac{\rho l}{S},$$

где ρ (Ом · м) — *удельное сопротивление*, показывающее, какое сопротивление имеет проводник длиной 1 м площадью поперечного сечения 1 м², изготовленный из определенного материала; l (м) — длина проводника; S (м²) — площадь сечения.

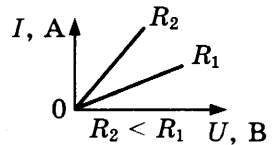
Зависимость сопротивления проводника от температуры:

$$R = R_0 (1 + \alpha t),$$

где R_0 — сопротивление при 0 °С; $\alpha \left(\frac{1}{K} = \frac{1}{^\circ C} \right)$ — температурный коэффициент (табличная величина).

Напряжение U (В) характеризует работу электрического поля по перемещению положительного заряда:

$$U = \frac{A}{q}.$$



Вольт-амперная характеристика — это зависимость силы тока от напряжения.

Соединения проводников:

	Последовательное соединение	Параллельное соединение
Схема		
Полная сила тока	$I = I_1 = I_2$	$I = I_1 + I_2$
Полное напряжение	$U = U_1 + U_2$	$U = U_1 = U_2$

	Последовательное соединение	Параллельное соединение
Полное сопротивление	$R = R_1 + R_2$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$
Два резистора	$R = R_1 + R_2$	$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$
n одинаковых резисторов	$R = nR_0$	$R = \frac{R_0}{n}$
Примеры	Елочная гирлянда	Многожильный провод

Полная цепь

Полная цепь содержит источник тока.

Сторонние силы — это силы любой природы (кроме электрической), которые разделяют заряды внутри источника тока.

Виды сторонних сил: механические, магнитные, химические, световые, тепловые.

Электродвижущая сила \mathcal{E} (В) характеризует работу сторонних сил по перемещению зарядов внутри источника:

$$\mathcal{E} = \frac{A_{\text{си}}}{q}.$$

Сторонние силы переносят положительные заряды внутри источника от «-» к «+».

Закон Ома для полной цепи:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r},$$

где R — полное сопротивление внешней цепи, r — внутреннее сопротивление источника.

Сила тока короткого замыкания ($R \rightarrow 0$):

$$I_{\text{к.з.}} = \frac{\mathcal{E}}{r}.$$

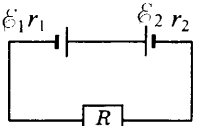
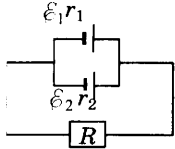
Напряжение на внешней цепи (напряжение на клеммах источника, падение напряжения на внешней цепи):

$$U = IR = \mathcal{E} - Ir.$$


КПД источника тока:

$$\eta = \frac{U}{\mathcal{E}} \cdot 100\% = \frac{R}{R + r} \cdot 100\%.$$

Соединения источников:

	Последовательное соединение	Параллельное соединение
Схема		
Эквивалентное внутреннее сопротивление	$r_s = r_1 + r_2$	$\frac{1}{r_s} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$
Эквивалентное ЭДС	$\mathcal{E}_s = \pm \mathcal{E}_1 \pm \mathcal{E}_2$	$\frac{\mathcal{E}_s}{r_s} = \pm \frac{\mathcal{E}_1}{r_1} \pm \frac{\mathcal{E}_2}{r_2}$
Закон Ома для полной цепи	$I = \frac{\mathcal{E}_s}{r_s + R}$	
Закон Ома для n одинаковых источников	$I = \frac{n\mathcal{E}}{R + nr}$	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{r}{n}}$

Направление тока и знаки ЭДС:

 Если  , то $+\mathcal{E}$	 Если  , то $-\mathcal{E}$
---	---

Работа и мощность электрического тока

Работа и энергия электрического тока:

$$A = W = qU = IUt = I^2 R t = \frac{U^2}{R} t.$$

Закон Джоуля—Ленца: $Q = I^2 R t$.

Мощность P (Вт) — это работа, производимая за 1 с: $P = \frac{A}{t}$.

Мощность тока (мощность на внешней цепи, мощность на нагрузке, полезная мощность, тепловая мощность):

$$P = \frac{qU}{t} = IU = I^2 R = \frac{U^2}{R} = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r} \right)^2 R.$$

Мощность на внешней цепи будет максимальная, если $R = r$:

$$P_{\max} = \left(\frac{\mathcal{E}}{r + r} \right)^2 r = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}.$$

Мощность внутренней цепи:

$$P_{\text{внутр}} = I^2 r = \left(\frac{\mathcal{E}}{R + r} \right)^2 r.$$

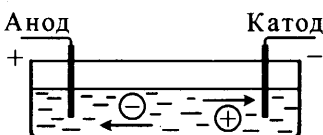
Полная мощность:

$$P_{\text{полн}} = I^2 (R + r) = \frac{\mathcal{E}^2}{R + r}.$$

**Электрический ток в жидкостях, полупроводниках,
в вакууме, в газах**

Законы электролиза.

Электролиты — жидкости, проводящие электрический ток. К ним относят растворы солей, щелочей и кислот.



Носители заряда: положительные и отрицательные ионы.

Электролиз — процесс выделения чистых веществ на электродах, который происходит за счет окислительно-восстановительных реакций.

Законы Фарадея позволяют определить массу выделившегося вещества:

$$1) m = kq = kIt,$$

$$2) m = \frac{A_r \cdot 10^{-3}}{N_A n q_e} It.$$

Электрохимический эквивалент k (кг/Кл):

$$k = \frac{m_0}{q_0} = \frac{A_r \cdot 10^{-3}}{N_A} \cdot \frac{1}{n q_e},$$

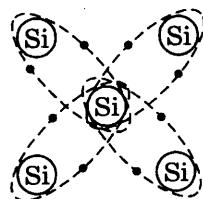
где m_0 (кг) — масса иона; $q_0 = n q_e$ (Кл) — заряд иона; n — валентность иона в данном соединении.

Экспериментальное открытие законов Фарадея позволило определить заряд электрона:

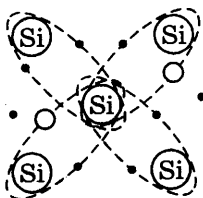
$$q_e = \frac{A_r \cdot 10^{-3}}{m N_A n} It.$$

Электрический ток в полупроводниках. К полупроводникам относят элементы четвертой группы Периодической системы Д.И. Менделеева, которые имеют четыре валентных электрона.

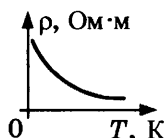
Собственная проводимость полупроводников — электронно-дырочная. При низкой температуре все электроны участвуют в создании ковалентных связей, свободных электронов нет. Полупроводник ведет себя как диэлектрик.



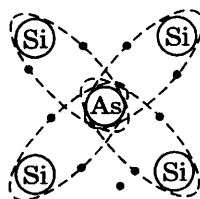
При повышении температуры или облучении полупроводников часть ковалентных связей разрушается, и появляются свободные электроны. На месте разрушенной связи возникает электронная вакансия — дырка. Она также перемещается по кристаллу, но ведет себя подобно положительной частице.



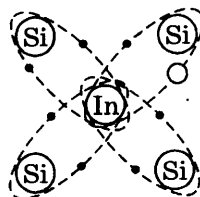
Зависимость удельного сопротивления полупроводников от температуры и внешнего излучения.



Примесная проводимость полупроводников.
Донорные примеси — элементы 5-й группы таблицы химических элементов Д.И. Менделеева. Только 4 из 5 валентных электронов участвуют в создании ковалентных связей, остальные сразу становятся свободными. Полупроводник, основными носителями в котором являются отрицательные электроны, относится к полупроводникам *n-типа*.



Акцепторные примеси — элементы 3-й группы таблицы химических элементов Д.И. Менделеева. Три валентных электрона устанавливают ковалентные связи, а на месте четвертой появляется дырка. Полупроводник с положительными носителями относится к полупроводникам *p-типа*.



Применение полупроводниковых приборов.

Термисторы — приборы, сопротивление которых изменяется при нагревании. Они позволяют определять малые изменения температуры.

Фоторезисторы чувствительны к изменению освещенности.

Полупроводниковый диод — соединение полупроводников двух типов. Обладает односторонней проводимостью.

Электрический ток в вакууме. Получение основных носителей происходит за счёт термоэлектронной эмиссии.

Термоэлектронная эмиссия — процесс испускания электронов при нагревании катода до высокой температуры.

Свойства электронных пучков:

- вызывают нагрев тел,
- при торможении возникает рентгеновское излучение,
- при попадании на некоторые вещества (люминофоры) вызывают их свечение,
- направление электронов может изменяться под действием электрического или магнитного полей.

Электрический ток в газах называют разрядом. Обычно газы состоят из нейтральных молекул, поэтому являются диэлектриками. Чтобы появились носители электрического заряда, необходима затрата энергии.

Несамостоятельный разряд. При нагреве газа или его облучении от молекул могут отделяться электроны, а молекулы превращаются в положительные ионы.

Самостоятельный разряд. В газах при столкновении молекул может освободиться хоть один электрон. Если он попадет в электрическое поле, то начнет двигаться с ускорением. Сталкиваясь с нейтральной молекулой газа, ускоренный электрон может «выбить» из нее другой электрон, превратив саму молекулу в положительный ион. Электроны будут и дальше ускоряться, разрушая молекулы. Ионы создают ток в противоположном направлении. Таким образом, электрический ток в газах создается электронами и положительными ионами.

4.3. Магнитное поле. Электромагнитная индукция

Вектор магнитной индукции. Линии магнитной индукции

Вектор магнитной индукции \vec{B} (Тл) — силовая характеристика магнитного поля.

Модуль вектора магнитной индукции — физическая величина, равная отношению максимальной силы, действующей со стороны магнитного поля на отрезок проводника с током, к произведению силы тока и длины проводника:

$$B = \frac{F_{A\max}}{I\ell}.$$

Вектор напряженности магнитного поля \vec{H} (А/м):

$$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu\mu_0},$$

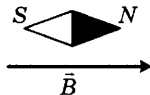
где μ — магнитная проницаемость среды (если в тексте задачи среда не указана, то $\mu = 1$); $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м — магнитная

постоянная. Направление напряженности \vec{H} совпадает с направлением вектора магнитной индукции, т.е. $\vec{H} \uparrow \uparrow \vec{B}$.

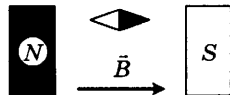
Способы определения направления вектора магнитной индукции (или напряженности).

1. С помощью постоянных магнитов:

- 1) направление вектора магнитной индукции \vec{B} совпадает с направлением на север магнитной стрелки;

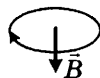
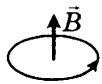


- 2) в пространстве между полюсами постоянного магнита вектор магнитной индукции \vec{B} выходит из северного полюса.



2. При определении направления вектора магнитной индукции с помощью витка с током следует применять правило буравчика:

- 1) если по витку ток идет против часовой стрелки, то вектор магнитной индукции \vec{B} направлен вверх;
- 2) если ток идет по часовой стрелке, то вектор магнитной индукции \vec{B} направлен вниз.



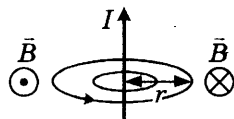
Обозначение направлений векторов:

Вверх ↑	Вниз ↓	Вправо →
Влево ←	На нас ⊥ плоскости чертежа 	От нас ⊥ плоскости чертежа

Линии магнитной индукции — линии, касательные к которым в любой точке пространства совпадают с направлением вектора магнитной индукции. Чем гуще линии магнитной индукции, тем сильнее поле. Направление вектора магнитной индукции определяется *правилом буравчика*.

Магнитное поле создано прямолинейным током:

1. Линии магнитной индукции представляют собой концентрические окружности, лежащие в плоскости, перпендикулярной проводнику. Центр окружностей совпадает с осью проводника.



2. Если ток идет вверх, то силовые линии направлены против часовой стрелки, если вниз, то по часовой стрелке.



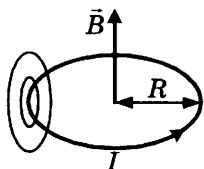
Вектор магнитной индукции на расстоянии r от оси проводника:

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2\pi r},$$

а напряженность:

$$H = \frac{I}{2\pi r}.$$

Магнитное поле создано круговым током:



1. Линии представляют собой окружности, опоясывающие круговой ток.

2. Вектор магнитной индукции в центре витка направлен вверх, если ток идет против часовой стрелки, и вниз, если по часовой стрелке.

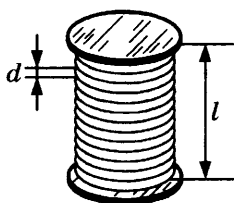
Вектор магнитной индукции в центре витка, радиус которого R :

$$B = \frac{\mu\mu_0 I}{2R},$$

а напряженность в центре витка:

$$H = \frac{I}{2R}.$$

Магнитное поле создано соленоидом (электромагнитом):



1. Линии магнитной индукции являются замкнутыми, причем внутри соленоида они располагаются параллельно друг другу. Поле *внутри соленоида однородно* ($N = \frac{l}{d}$ — число витков, l — длина соленоида, d — диаметр проволоки).

2. Если ток по виткам соленоида идет против часовой стрелки, то вектор магнитной индукции \vec{B} внутри соленоида направлен вверх; если по часовой стрелке, то вниз.

Вектор магнитной индукции в центральной области соленоида:

$$B = \frac{\mu\mu_0 IN}{\ell} = \frac{\mu\mu_0 I}{d},$$

а напряженность:

$$H = \frac{IN}{\ell} = \frac{I}{d}.$$

Принцип суперпозиции полей

Если в некоторой точке пространства накладываются магнитные поля, то результирующий вектор магнитной индукции находят как геометрическую сумму векторов магнитной индукции, составляющих магнитное поле:

$$\vec{B} = \sum \vec{B}_i.$$

Сила Ампера

Сила Ампера — сила, которая действует на проводник с током в магнитном поле:

$$F_A = BIl \sin \alpha,$$

где α — угол между условным направлением тока и вектором магнитной индукции.

Направление силы Ампера определяется по *правилу левой руки*:

- 1) четыре пальца располагают по *условному* направлению тока;
- 2) вектор магнитной индукции входит в ладонь;
- 3) большой палец укажет направление силы Ампера.

Сила Ампера между двумя параллельными проводниками с токами:

$$F_1 = F_2 = I_1 B l \sin 90^\circ = \frac{\mu \mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d},$$

где d — расстояние между проводниками, l — длина проводников.

Если токи направлены в одну сторону, то проводники *притягиваются*, а если в противоположные, то *отталкиваются*.

Максимальный момент силы Ампера: $M_{\max} = BIab = BIS$,

где a, b — длины сторон вращающейся рамки.

Если N витков, то

$$M_{\max} = NBIS.$$

Сила Лоренца

Сила Лоренца — сила, действующая на *движущуюся заряженную* частицу в магнитном поле.

Силы Лоренца и Ампера создаются магнитным полем, но сила Лоренца действует на одну частицу, а сила Ампера на электрический ток, т. е. поток заряженных частиц:

$$F_{\text{л}} = \frac{F_A}{N} = \frac{BIl \sin \alpha}{nV} = \frac{BqnvSl \sin \alpha}{nIS}.$$

Модуль силы Лоренца: $F_{\text{л}} = qvB \sin \alpha$.

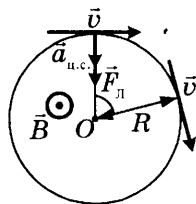
Направление силы Лоренца определяется по *правилу левой руки*:

- 1) четыре пальца расположить по направлению скорости положительно заряженной частицы (для отрицательной частицы меняем направление руки на противоположное);
- 2) вектор магнитной индукции входит в ладонь;
- 3) большой палец укажет направление силы Лоренца.

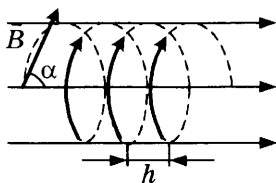
Заряженная частица в магнитном поле. В магнитном поле на частицу действует сила Лоренца. Характер движения зависит от направления скорости частицы и вектора магнитной индукции.

1. Если скорость заряженной частицы параллельна вектору магнитной индукции ($\vec{v} \parallel \vec{B}$), то $\sin \alpha = 0$. Следовательно, сила Лоренца и ускорение равны нулю. Движение частицы равномерное и прямолинейное.

2. Если скорость заряженной частицы перпендикулярна вектору магнитной индукции ($\vec{v} \perp \vec{B}$), то сила Лоренца «закручивает» частицу, сообщает ей центростремительное ускорение. Происходит движение по окружности с постоянной по модулю скоростью.



3. Если скорость заряженной частицы \vec{v} направлена под углом α к вектору магнитной индукции \vec{B} , то заряженная частица движется по спирали.



Радиус спирали:
$$R = \frac{mv \sin \alpha}{qB}.$$

Шаг спирали:
$$h = \frac{2\pi m v \cos \alpha}{qB}.$$

Сравнение электрического и магнитного полей:

Электростатическое поле	Вихревое электрическое поле	Магнитное поле
Определение		
Среда, через которую передается электрическое взаимодействие	Среда, через которую передается электрическое взаимодействие	Среда, через которую передается магнитное взаимодействие
Где возникает?		
В пространстве вокруг неподвижного заряда	Порождается переменным магнитным полем	В пространстве вокруг движущихся зарядов
Как обнаружить?		
По действию на пробный неподвижный электрический заряд	По действию на пробный неподвижный электрический заряд	По действию на движущийся заряд или на магнитную стрелку
Общие свойства: поля материальны, непрерывно распределены в пространстве		
Силовая характеристика		
Напряженность электрического поля \vec{E}	Напряженность электрического поля \vec{E}	Вектор магнитной индукции \vec{B}
Силовые линии		
Силовые линии начинаются на положительных зарядах и заканчиваются на отрицательных	Силовые линии замкнуты	Силовые линии замкнуты
Характер поля		
Потенциально, т.е. работа не зависит от вида траектории и по замкнутому контуру равна нулю	Вихревое, т.е. работа поля по замкнутому контуру не равна нулю	Вихревое, т.е. работа поля по замкнутому контуру не равна нулю

В природе существует единое электромагнитное поле.

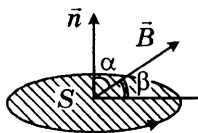
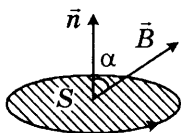
Заряженная частица в электрическом и магнитном полях:

	Электрическое поле	Магнитное поле
Сила	Электрическая сила (сила Кулона): $F_K = qE = \frac{qU}{d}$	Магнитная сила (сила Лоренца): $F_L = qvB \sin \alpha$
Ускорение и его на- правление	Тангенциальное ускорение: $a_E = \frac{qE}{m}, \bar{a}_E \uparrow \uparrow \bar{E}$	Нормальное ускорение: $a_B = \frac{qvB}{m}, \bar{a}_B \uparrow \uparrow \bar{F}_L$
Полное ускорение	$a = \sqrt{a_E^2 + a_B^2}$	

Магнитный поток

$$\Phi = BS \cos \alpha,$$

где Φ (Вб) — магнитный поток, \vec{B} — вектор магнитной индукции, S — площадь, ограниченная контуром, α — угол между \vec{B} и положительной нормалью к контуру \vec{n} . Направление положительной нормали определяется *правилом буравчика*.



Магнитный поток вращающейся рамки:

$$\Phi = BS \cos(\omega t),$$

где ω — угловая скорость вращения рамки.

Магнитный поток вращающейся рамки (N витков):

$$\Phi = NSB \cos(\omega t).$$

Магнитный поток Φ и индуктивность L проводника:

$$\begin{aligned} \Phi &= LI, \\ N\Phi &= LI. \end{aligned}$$

Индуктивность. Индуктивность L (Гн) характеризует способность проводника создавать магнитный поток.

Индуктивность — коэффициент пропорциональности между магнитными потоками Φ и силой тока I .

Индуктивность — мера инертности электрической цепи.

Правило Ленца

Правило Ленца: в замкнутом проводящем контуре возникает индукционный ток такого направления, что созданное им магнитное поле, препятствует изменению магнитного потока, в результате которого этот ток возник. Таким образом, индукционное магнитное поле препятствует изменению внешнего магнитного поля.

Закон электромагнитной индукции

ЭДС индукции равна скорости изменения магнитного потока, взятой со знаком минус (следствие правила Ленца).

Для одного витка

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{\Phi_0 - \Phi}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos \alpha = \frac{B_0 - B}{\Delta t} S \cos \alpha$$

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta S}{\Delta t} B \cos \alpha = \frac{S_0 - S}{\Delta t} B \cos \alpha$$

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta \cos \alpha}{\Delta t} BS = \frac{\cos \alpha_0 - \cos \alpha}{\Delta t} BS$$

Для N витков

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta B}{\Delta t} S \cos \alpha$$

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta S}{\Delta t} B \cos \alpha$$

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta \cos \alpha}{\Delta t} BS$$

ЭДС индукции равна первой производной от магнитного потока по времени, взятой со знаком минус:

$$\varepsilon_i = -\Phi'(t), \quad \varepsilon_i = BS\omega \sin(\omega t)$$

$$\varepsilon_i = NBS\omega \sin(\omega t)$$

ЭДС индукции в движущихся проводниках:

$$\varepsilon_i = Bv l \sin \alpha.$$

ЭДС индукции прямо пропорциональна скорости изменения силы тока, взятой со знаком минус:

ЭДС индукции и индуктивность

$$\varepsilon_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = L \frac{I_0 - I}{\Delta t}$$

Магнитный поток
и индуктивность

$$N\Phi = LI, \quad N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Самоиндукция

При изменении силы тока в катушке происходит изменение магнитного потока, создаваемого этим током. Изменение магнитного потока, пронизывающего катушку, должно вызывать появление ЭДС индукции в катушке.

Явление возникновения ЭДС индукции в электрической цепи в результате изменения силы тока в этой цепи называют самоиндукцией.

В соответствии с правилом Ленца ЭДС самоиндукции препятствует нарастанию силы тока при включении и убыванию силы тока при выключении цепи. Индуктивность аналогична массе, т.е. является мерой инертности электрической цепи:

$$\mathcal{E}_{ia} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}.$$

Энергия магнитного поля:

$$W_m = \frac{LI^2}{2}.$$

5. КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

Свободные колебания

Основные характеристики колебаний:

<p>Механические колебания — это процессы в механических системах, в которых периодически изменяются координата, скорость, ускорение и сила</p>	<p>Электромагнитные колебания — процессы в электрических цепях, в которых периодически изменяются заряд, сила тока, напряжение и ЭДС</p>
<p>Свободные колебания</p>	
<p>Свободные механические колебания возможны в системе, находящейся в состоянии устойчивого равновесия и если трение в системе мало.</p> <p>1. Для начала свободных колебаний достаточно вывести систему из положения равновесия, т.е. сообщить ей дополнительную механическую энергию.</p> <p>2. Свободные механические колебания из-за трения являются затухающими</p>	<p>В электрических цепях возможны свободные колебания, если сопротивление пренебрежимо мало (например, при сверхпроводимости).</p> <p>1. Для начала свободных электромагнитных колебаний достаточно сообщить заряд конденсатору, т.е. передать колебательной системе электрическую энергию.</p> <p>2. Свободные электромагнитные колебания затухают из-за сопротивления</p>

Период T (с) — время одного полного колебания:

$$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}.$$

Частота ν (Гц) — число колебаний за 1 с:

$$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}.$$

Циклическая (круговая, собственная) частота ω (рад/с) — число колебаний за 2π секунд:

$$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}.$$

Амплитуда — модуль наибольшего значения изменяющейся величины.

Гармонические колебания — это колебания, происходящие по закону синуса и косинуса.

Закон гармонических механических колебаний:

$$x = X_m \cos(\omega t + \varphi_0) \text{ или } x = X_m \sin(\omega t + \varphi_0),$$

где x — мгновенное значение смещения тела от положения равновесия, X_m — амплитуда колебаний, $\varphi = \omega t + \varphi_0$ — фаза колебаний, φ_0 — начальная фаза колебаний, ω — циклическая частота.

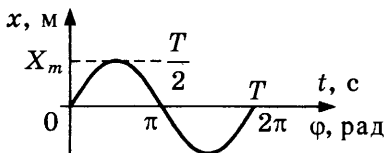
Закон гармонических электромагнитных колебаний:

$$q = q_m \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ или } q = q_m \cos(\omega t + \varphi_0),$$

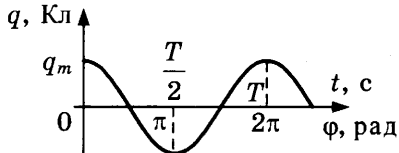
где q — мгновенное значение заряда на конденсаторе, q_m — амплитуда заряда, $\varphi = \omega t + \varphi_0$ — фаза колебаний, φ_0 — начальная фаза колебаний, ω — циклическая частота

График колебательного процесса ($\varphi_0 = 0$):

Синусоида



Косинусоида



Математический маятник.

Маятником называют тело, которое может совершать колебания под действием силы тяжести.

Маятник считают математическим, если он удовлетворяет трем условиям:

- 1) размеры нити значительно превышают размеры груза,
- 2) нить нерастяжима и невесома, т.е. вся масса маятника сосредоточена в массе груза,
- 3) отклонения нити малы (длина дуги \approx длине хорды).

Основные формулы:

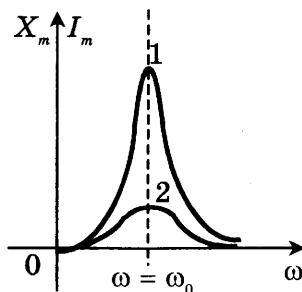
Общие формулы	Математический маятник	Пружинный маятник	Электрический контур
Период			
$T = \frac{t}{N} = \frac{1}{\nu} = \frac{2\pi}{\omega}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{a_{\text{полн}}}}$	$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$	$T = 2\pi\sqrt{LC}$
Частота			
$\nu = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$	$\nu = \frac{\sqrt{g}}{2\pi\sqrt{\ell}}$	$\nu = \frac{\sqrt{k}}{2\pi\sqrt{m}}$	$\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
Циклическая частота			
$\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T}$	$\omega = \sqrt{\frac{g}{\ell}}$	$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$	$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
Амплитуда скорости			
$v_m = X_m \omega$	$v_m = X_m \sqrt{\frac{g}{\ell}}$	$v_m = X_m \sqrt{\frac{k}{m}}$	
Амплитуда ускорения			
$a_m = X_m \omega^2$	$a_m = X_m \frac{g}{\ell}$	$a_m = X_m \frac{k}{m}$	
Амплитуда силы			
$F_m = ma_m =$ $= mX_m \omega^2$	$F_m = mX_m \frac{g}{\ell}$	$F_m = mX_m \frac{k}{m} =$ $= X_m k$	

Вынужденные колебания

Вынужденные <i>механические колебания</i> происходят под действием внешней периодически изменяющейся силы	Вынужденные <i>электромагнитные колебания</i> происходят под действием внешней периодически изменяющейся ЭДС
Резонанс — явление резкого возрастания амплитуды колебаний, которое происходит при совпадении частоты вынуждающей силы и собственной частоты колебательной системы	Резонанс — явление резкого возрастания амплитуды силы тока, которое происходит при совпадении частоты внешнего переменного напряжения и собственной частоты колебательного контура
Резонанс в механических системах может привести к разрушению	Резонанс может привести к перегреву электрических цепей, но в радиосвязи позволяет настроить приемник на частоту передающей станции

<p>Амплитуда во время резонанса в первой колебательной системе увеличивается больше, так как трение в ней меньше, чем во второй системе:</p> $F_{mp.1} < F_{mp.2}$	<p>Амплитуда тока во время резонанса в первом электрическом контуре увеличивается больше, так как сопротивление в нём меньше, чем во втором контуре:</p> $R_1 < R_2$
--	--

График вынужденных колебаний:



Переменный электрический ток

Переменный электрический ток — пример вынужденных электромагнитных колебаний. Если мощность переменного тока равна мощности постоянного тока, то говорят о *действующем* значении переменного тока.

Действующее (эффективное) значение силы тока:

$$I_o = \frac{I_m}{\sqrt{2}}.$$

Действующее (эффективное) значение напряжения:

$$U_o = \frac{U_m}{\sqrt{2}}.$$

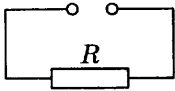
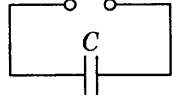
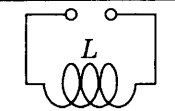
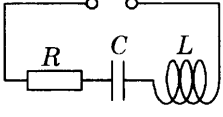
Закон Ома для действующих значений:

$$I_o = \frac{U_o}{Z}.$$

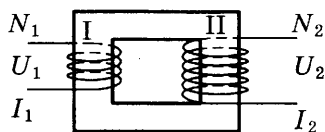
Закон Джоуля—Ленца:

$$Q = I_o^2 R t = \frac{U_o^2}{R} t.$$

Нагрузки в цепи переменного тока:

Сопротивление	Схема	Закон Ома
Активное или омическое сопротивление R		$I_m = \frac{U_m}{R}$
Емкостное сопротивление $X_c = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi\nu C}$		$I_m = \frac{U_m}{X_c}$
Индуктивное сопротивление $X_l = \omega L = 2\pi\nu L$		$I_m = \frac{U_m}{X_l}$
Полное сопротивление при последовательном соединении $Z = \sqrt{R^2 + (X_l - X_c)^2}$		$I_m = \frac{U_m}{Z}$ Резонанс бывает, если $X_c = X_l$

Трансформатор — устройство, преобразующее силу переменного тока и его напряжение.



1. Первичная катушка I подключается в сеть.

2. Ко вторичной катушке II подключают нагрузку.

3. Стальной сердечник изготовлен из наборных пластин.

Закон холостого хода трансформатора (цепь вторичной катушки разомкнута):

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}.$$

Закон рабочего хода трансформатора:

$$\frac{U_1}{U_2} \approx \frac{I_2}{I_1}.$$

Коэффициент трансформации:

$$k = \frac{U_1}{U_2}.$$

Повышающий трансформатор $k < 1$, а понижающий трансформатор $k > 1$.

$$\text{КПД трансформатора } \eta = \frac{U_2 I_2}{U_1 I_1} \cdot 100\%.$$

Волны

Длина волны λ (м) :

- Расстояние, на которое распространится волна за время одного полного колебаний частицы (за период).
- Расстояние между двумя ближайшими «горбами» или «впадинами».



- Кратчайшее расстояние между точками, колеблющимися в фазе.

Механические волны	Электромагнитные волны
Источники волн	
Колеблющееся в упругой среде тело	Ускоренно движущаяся заряженная частица
Возникновение волн	
Если одна частица среды приходит в колебательное движение, то благодаря силам взаимодействия соседние с ней частицы также начнут колебаться	Ускоренно движущийся заряд создает переменный ток, вокруг которого возникает переменное магнитное поле. Оно порождает переменное электрическое поле, которое приводит к возникновению переменного магнитного поля и т.д.
Определение	
<i>Механическая волна</i> — процесс распространения колебаний в упругой среде	<i>Электромагнитная волна</i> — процесс распространения переменных магнитных и электрических полей
Виды волн	
<p>В <i>поперечных</i> волнах направление колебания частиц (\vec{v}_k) перпендикулярно направлению распространения волны (\vec{v}_ϕ): $\vec{v}_k \perp \vec{v}_\phi$ (пример: волны на воде)</p> <p>В <i>продольных</i> волнах направление колебания частиц параллельно направлению распространения волны: $\vec{v}_k \parallel \vec{v}_\phi$ (пример: звуковые волны)</p>	<p>Электромагнитные волны относятся к <i>поперечным</i> волнам:</p> $\vec{v} \perp \vec{B} \perp \vec{E}$ <p style="text-align: center;">A vector diagram showing three vectors originating from a common point. Vector \vec{v} points into the first quadrant. Vector \vec{B} points along the positive horizontal axis. Vector \vec{E} points along the positive vertical axis. The vectors \vec{B} and \vec{E} are perpendicular to each other, and \vec{v} is perpendicular to the plane formed by \vec{B} and \vec{E}.</p>

Механические волны	Электромагнитные волны
Скорость распространения	
<p>Механические волны быстрее всего распространяются в твердых средах, медленнее в жидких и еще медленнее в газах</p> <p>Механические волны в вакууме не распространяются</p>	<p>Электромагнитные волны распространяются в вакууме со скоростью света</p> $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Длина волны	
$\lambda = v \cdot T = \frac{v}{\nu} = \frac{2\pi v}{\omega}$	<p>В вакууме</p> $\lambda = c \cdot T = \frac{c}{\nu} = c2\pi\sqrt{LC}$
Расстояние от источника до наблюдателя	
$l = vt,$ <p>где $\nu = \frac{\lambda}{T} = \lambda\nu = \frac{\lambda\omega}{2\pi}$, $T = \frac{t}{N}$,</p> <p>t — время движения волны от источника колебаний до наблюдателя</p>	$l = c \cdot t,$ <p>где $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$</p>
Отражение волн	
<p>Эхо — отражение звуковых волн от преграды. Расстояние до преграды $l = v_{\text{зв}} \cdot \frac{\tau}{2}$,</p> <p>$\tau$ — время движения волны от источника и обратно</p> <p>Скорость звука в воздухе</p> $v_{\text{звука}} \approx 330 \text{ м/с}$	<p>Радиолокация — способ обнаружения объекта с помощью радиоволн. Расстояние до объекта</p> $l = c \cdot \frac{\tau}{2}$ <p>Скорость радиоволн</p> $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Переход волны из одной среды в другую	
$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1 T}{v_2 T} = \frac{v_1}{v_2}$ <p>$T = \text{const}; v = \text{const}; \omega = \text{const}$</p>	<p>Из среды в вакуум</p> $\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v}{c}$
Расстояние между точками с известной разностью фаз	
$\Delta x = \frac{\lambda \Delta\varphi}{2\pi} = \frac{v T \Delta\varphi}{2\pi} = \frac{v \Delta\varphi}{\nu 2\pi} = \frac{v \Delta\varphi}{\omega}$ <p>Δx — разность хода</p> <p>$\Delta\varphi$ — разность фаз</p>	<p>В вакууме</p> $\Delta x = \frac{\lambda \Delta\varphi}{2\pi} = \frac{c T \Delta\varphi}{2\pi} = \frac{c \Delta\varphi}{\nu 2\pi} = \frac{c \Delta\varphi}{\omega}$
<p>Точки колеблются в фазе, если $\Delta\varphi = 2\pi$; точки колеблются в противофазе, если $\Delta\varphi = \pi$.</p>	

Радиосвязь — передача любой звуковой информации на большие расстояния с помощью радиоволн. Принцип радиосвязи: слабую электромагнитную волну звуковой частоты «сажают» на высокочастотный электромагнитный сигнал. Информация о звуковой частоте содержится в законе изменения амплитуды.

Число колебаний несущей (электромагнитной волны) частоты за период звуковой частоты при радиосвязи:

$$N = \frac{T_{\text{зв}}}{T_{\text{нсс}}},$$

где $T_{\text{зв}} = \frac{\lambda_{\text{зв}}}{c} = \frac{1}{\nu_{\text{зв}}}$; $T_{\text{нсс}} = \frac{\lambda_{\text{нсс}}}{\nu} = \frac{1}{\nu_{\text{нсс}}}$.

Шкала электромагнитных волн. Диапазоны волн располагаются в определенной последовательности. По мере перехода от одного диапазона к другому уменьшается длина волны, а частота увеличивается.

Тип волны	Где встречаются
Низкочастотные	Линии электропередач
Радиоволны	Радиосвязь, телевидение, сотовая связь
Инфракрасное излучение	Сушка лакокрасочных покрытий, овощей и фруктов, нагревательные приборы, приборы ночного видения
Видимый свет 390 нм λ <math>< 770</math> нм	90 % информации об окружающем мире, фотосинтез
Ультрафиолетовое излучение	Пигментация кожи, выработка витамина D, бактерицидное действие
Рентгеновское излучение	В медицине — изучение внутренних органов
Гамма-излучение	Выделяется при радиоактивном распаде и при ядерном взрыве

6. ОПТИКА

Оптика — раздел физики, в котором изучают свет и световые явления.

Корпускулярно-волновой дуализм. Для объяснения световых явлений ученые (во главе с И. Ньютоном) предположили, что свет — это поток частиц (корпускул). Другие ученые (Гук, Гюйгенс) использовали представление о том, что свет — это волна. Современная наука считает, что свет имеет двойственный характер.

ную природу. Впервые эту идею выдвинул Луи де Бройль. Свет как поток частиц — корпускул (фотонов) проявляет себя при поглощении и излучении атомов. В других явлениях, таких, как интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация, он ведет себя как волна.

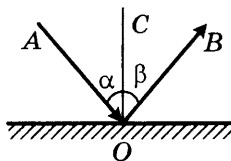
Законы геометрической оптики

Луч света — линия, вдоль которой распространяется световая энергия.

Закон прямолинейного распространения света выполняется в однородной прозрачной среде: *свет в однородной прозрачной среде распространяется прямолинейно.*

Закон прямолинейного распространения света объясняет образование тени и полутени, солнечное и лунное затмения.

Закон отражения выполняется, если на пути светового луча встретится плоское зеркало: *падающий луч AO , отраженный луч OB и перпендикуляр OC , восстановленный в точке падения, лежат в одной плоскости. Угол падения α равен углу отражения β .*



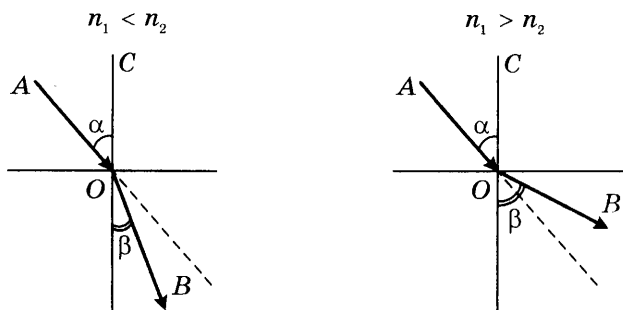
Закон отражения объясняет получение изображения в зеркале, устройство перископа.

Закон преломления выполняется, если на пути светового луча встречается граница двух прозрачных сред: *падающий луч AO , преломленный луч OB и перпендикуляр к границе двух сред OC лежат в одной плоскости.*

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2},$$

где α — угол падения, β — угол преломления; n_1 — абсолютный показатель преломления, v_1 — скорость света и λ_1 — длина волны в первой среде; n_2 — абсолютный показатель преломления второй среды, n_{21} — относительный показатель преломления первой среды относительно второй.

Абсолютный показатель преломления — табличная величина. Его определили экспериментально, рассматривая преломление света при переходе из вакуума в данную среду. Чем больше абсолютный показатель среды, тем она считается более плотной.

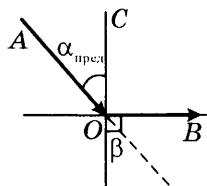


Если луч переходит из оптически менее плотной среды в оптически более плотную, то он отклоняется к перпендикулярю и $\alpha > \beta$.

Если луч переходит из оптически более плотной среды в оптически менее плотную, то он отклоняется от перпендикуляра и $\alpha < \beta$.

Закон преломления объясняет возникновение миражей, рефракцию в атмосфере, явление полного отражения.

Полное отражение бывает только при переходе света из оптически более плотной среды в оптически менее плотную, т.е. когда $n_1 > n_2$. В этом случае преломленный луч отклоняется от перпендикуляра и приближается к границе раздела двух сред.



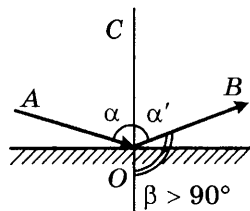
Наступает такой момент, когда угол преломления становится равным 90° . Угол падения, при котором угол преломления равен 90° , называют *предельным*:

$$\frac{\sin \alpha_{\text{предл}}}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow \sin \alpha_{\text{предл}} = \frac{n_2}{n_1}.$$

Дальнейшее увеличение падающего угла приводит к росту угла преломления. Свет в нижнюю среду (несмотря на то, что она прозрачная) не попадает. Происходит отражение от границы двух сред:

$$\alpha = \alpha',$$

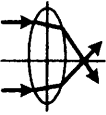
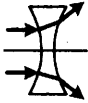

$$\alpha' + \beta = 180^\circ.$$



Линзы

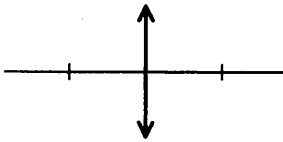
Линзы — прозрачные, обычно стеклянные тела, ограниченные двумя сферическими поверхностями.

Виды линз:

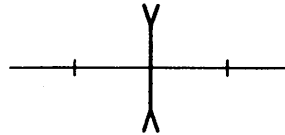
	<p>Двояковыпуклые линзы: лупа, объектив фотоаппарата, хрусталик глаза. Собирают лучи, если находятся в оптически менее плотной среде.</p>
	<p>Двояковогнутые линзы рассеивают лучи, если находятся в оптически менее плотной среде.</p>
	<p>Выпукло-вогнутые линзы обладают и рассеивающими, и собирающими свойствами. (Пример: линзы в очках.)</p>

Условные обозначения тонких линз:

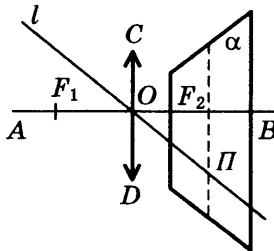
Собирающая линза



Рассеивающая линза



Собирающая линза:



AB — главная оптическая ось,

CD — положение линзы,

O — оптический центр линзы,

F_1, F_2 — фокусы линзы,

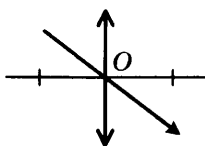
α — фокальная плоскость, проходит через фокус перпендикулярно AB ,

l — побочная оптическая ось, проходит через оптический центр,

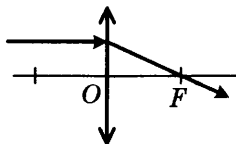
Π — побочный фокус линзы — точка пересечения побочной оптической оси и фокальной плоскости.

Ход лучей в собирающей линзе:

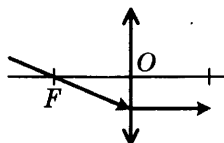
- 1) Лучи, проходящие через оптический центр линзы, не преломляются.



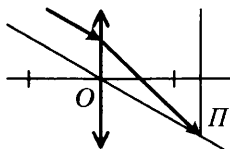
- 2) Лучи, параллельные главной оптической оси, после преломления в собирающей линзе проходят через фокус.



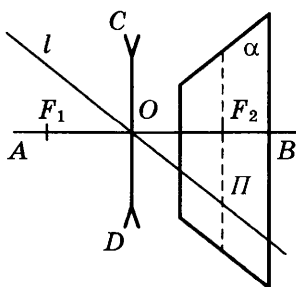
- 3) Лучи, проходящие через фокус, после преломления в собирающей линзе пойдут параллельно главной оптической оси.



- 4) Лучи, параллельные побочной оптической оси, пересекаются в побочном фокусе.



Рассеивающая линза:



- AB — главная оптическая ось,
 CD — положение линзы,
 O — оптический центр линзы,

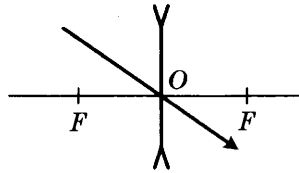
F_1, F_2 — фокусы линзы,
 α — фокальная плоскость, проходит через фокус перпендикулярно AB ,

l — побочная оптическая ось, проходит через оптический центр,

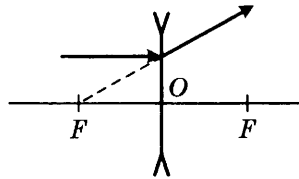
Π — побочный фокус линзы — это точка пересечения побочной оптической оси и фокальной плоскости.

Ход лучей в рассеивающей линзе:

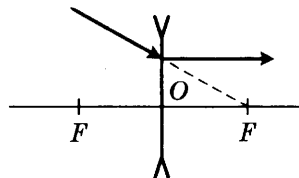
- 1) Лучи, проходящие через оптический центр линзы, не преломляются.



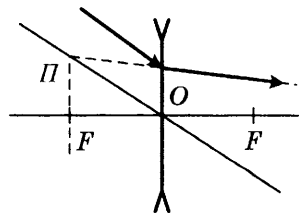
- 2) Лучи, параллельные главной оптической оси, после преломления в рассеивающей линзе выходят из фокуса.



- 3) Лучи, идущие в фокус, после преломления в рассеивающей линзе пойдут параллельно главной оптической оси.



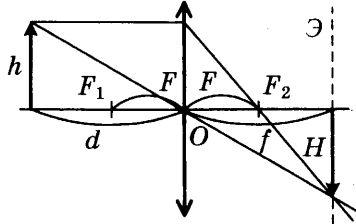
- 4) Лучи, параллельные побочной оптической оси, выходят из побочного фокуса.



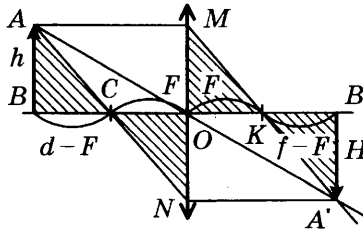
Формула тонкой линзы

$$\pm \frac{1}{F} = \pm \frac{1}{d} \pm \frac{1}{f},$$

где F_1 — передний фокус, F_2 — задний фокус, F — фокусное расстояние, d — расстояние от линзы до предмета, f — расстояние от линзы до изображения (до экрана), h — высота предмета, H — высота изображения.



Вывод формулы тонкой линзы из подобия треугольников:



$\triangle ABC$ подобен $\triangle CON$:

$$\frac{h}{H} = \frac{d - F}{F};$$

$\triangle MOK$ подобен $\triangle KB'A'$:

$$\frac{h}{H} = \frac{F}{f - F};$$

$$\frac{d - F}{F} = \frac{F}{f - F};$$

$$(d - F)(f - F) = F^2;$$

$$df - Ff - Fd + F^2 = F^2;$$

$$\frac{1}{F} - \frac{1}{d} - \frac{1}{f} = 0;$$

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}.$$

Знаки в формуле тонкой линзы:

$+F$ собирающая линза	$+d$ действительный источник	$+f$ действительное изображение
$-F$ рассеивающая линза	$-d$ мнимый источник	$-f$ мнимое изображение

Линейное увеличение линзы:

$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}.$$

Только для действительного изображения:

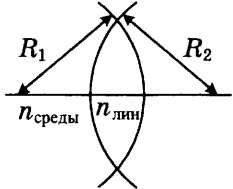
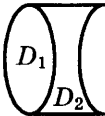
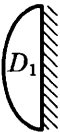
$$\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{F}{d-F} = \frac{f-F}{F}.$$

Линейное увеличение через площади предмета и изображения:

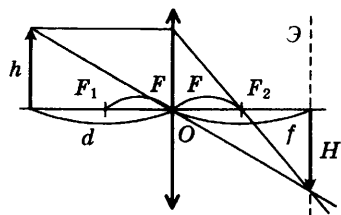
$$\Gamma = \sqrt{\frac{S_{\text{изображения}}}{S_{\text{предмета}}}}.$$

Линейное увеличение равно масштабу снимка.

Оптическая сила линзы — величина, обратная фокусному расстоянию.

Формула и единица измерения	$D = \pm \frac{1}{F}$ (дптр)	$+D$ у собирающей линзы $-D$ у рассеивающей линзы
Оптическая сила двояковыпуклой линзы	$D = \frac{1}{F} = \left(\frac{n_{\text{линзы}}}{n_{\text{среды}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$	
Оптическая сила составной линзы	$D = D_1 + D_2$	
Оптическая сила плоско-выпуклой линзы и зеркала	$D = 2D_1$	

Действительное изображение в собирающей линзе:



Условие, при котором наблюдается такое изображение: $d > F$.

Знак фокусного расстояния: $+F$.

Знак расстояния от линзы до предмета: $+d$.

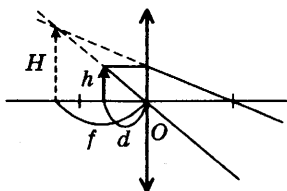
Знак расстояния от линзы до изображения: $+f$.

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} + \frac{1}{f}$.

Расстояние от предмета до изображения (экрана): $f + d$.

Увеличение линзы: $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} = \frac{F}{d - F} = \frac{f - F}{F}$.

Мнимое увеличенное изображение в собирающей линзе:



Условие, при котором наблюдается такое изображение: $d < F$.

Знак фокусного расстояния: $+F$.

Знак расстояния от линзы до предмета: $+d$.

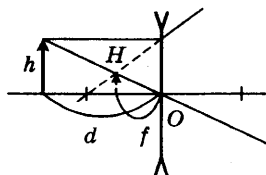
Знак расстояния от линзы до изображения: $-f$.

Формула тонкой линзы: $\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$.

Расстояние от предмета до изображения: $f - d$.

Увеличение линзы: $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d}$.

Мнимое уменьшенное изображение в рассеивающей линзе:



Условие, при котором наблюдается такое изображение: всегда.

Знак фокусного расстояния: $-F$.

Знак расстояния от линзы до предмета: $+d$.

Знак расстояния от линзы до изображения: $-f$.

Формула тонкой линзы: $-\frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}$.

Расстояние от предмета до изображения: $d - f$.

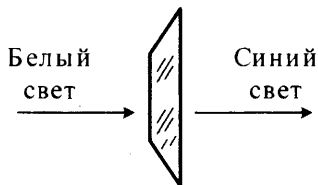
Увеличение линзы: $\Gamma = \frac{H}{h} = \frac{f}{d} < 1$.

Волновые свойства света

Дисперсия — явление разложения белого света в спектр. Белый свет состоит из электромагнитных волн разной частоты. Попадая в призму, эти волны по разному преломляются (больше всего преломляются волны, соответствующие фиолетовому цвету, меньше — красному) и изменяют свою скорость (быстрее всего движутся «красные волны», медленнее «фиолетовые»). *Дисперсия* — зависимость абсолютного показателя преломления вещества от частоты $n = f(v)$. Пример дисперсии — *радуга*. Радуга — это разложение белого света на каплях дождя.

Свет и цвет.

Светофильтры — прозрачные тела, которые пропускают определенные длины волн, а остальные поглощают. Пример с синим светофильтром:



После прохождения через светофильтр белый свет становится *монохроматическим*, т.е. содержит длину волны, соответствующую одному цвету.

Цвет тел определяется тем, какие длины волн тело отражает. Например, красные тела отражают длины волн, соответствующие красному цвету, а остальные поглощают. Предмет черного цвета всё поглощает, а белого отражает все длины волн.

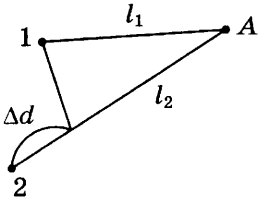
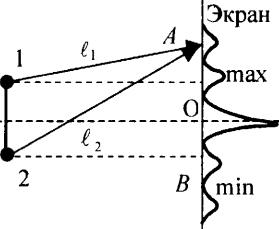
Цвет тел также зависит от цвета падающего света. Лучшее всего это наблюдать, освещая белые предметы через разные светофильтры.

Поляризация.

Под поляризацией света понимают выделение из естественного света световых колебаний с определенным направлением вектора напряженности \vec{E} .

Явление поляризации доказывает волновую природу света и поперечность световых волн, т. е. $\vec{v} \perp \vec{B} \perp \vec{E}$.

Интерференция — сложение волн от когерентных источников.

Интерференция механических волн	Интерференция света
Примеры: исполнение музыки оркестром, интерференционная картина на воде	Примеры: радужная окраска мыльных пузырей и масляных пятен на воде
<i>Когерентные источники</i> — это согласованные между собой источники, которые колеблются с одинаковой частотой и разностью фаз	Из-за большой частоты согласовать волны, идущие от разных источников света, нельзя. Поэтому складывают волны, идущие от одного источника, но прошедшие разным путем
<p><i>Разность хода</i> — разность в расстояниях от источников колебаний до изучаемой точки Δd (м)</p> $\Delta d = l_2 - l_1 $	
 <p>В точке А происходит наложение двух волн (<i>интерференция</i>). Если гребень одной волны наложится на гребень другой, то произойдет усиление колебаний точки А (<i>область максимума колебаний</i>). Если гребень одной волны наложится на впадину другой, то колебаний точки А не будет (<i>область минимума</i>)</p>	 <p>На экране наблюдается интерференция света. В некоторых точках наложение световых волн приводит к усилению света (А). <i>Область максимума</i>: «свет + свет = яркий свет». В других точках (В) — к его ослаблению света. <i>Область минимума</i>: «свет + свет = темнота»</p>

Условия максимума и минимума интерференции.

Условие максимума (волны приходят в фазе):

$$\Delta d = n\lambda .$$

Условие минимума (волны приходят в противофазе):

$$\Delta d = (2n + 1) \frac{\lambda}{2} .$$

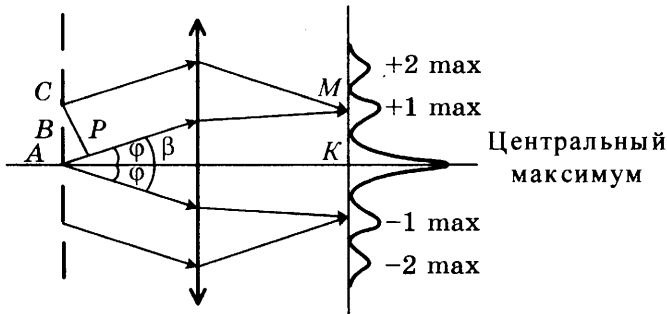
Дифракция.

Дифракция — огибание препятствий, сравнимых с длиной волны.

Примеры дифракции механических волн: слышим звук через открытую дверь.

Примеры дифракции света: радужная окраска крыльев стрекозы; образование светлых и темных полос после прохождения узкой щели.

Дифракционная решетка — прозрачная пластина, состоящая из большого числа параллельных щелей. Если на дифракционную решетку падает монохроматический свет, то на экране получают интерференционную картину — чередование светлых и темных полос.



AB — непрозрачная часть решетки,

BC — прозрачная часть,

$AC = AB + BC = d$ — период решетки, постоянная решетки,

AP — разность хода соседних параллельных лучей,

$AK = b$ — перпендикуляр к решетке (расстояние от решетки до экрана),

K — центральный (главный) максимум,

$KM = a$ — расстояние от центрального максимума до максимума n -ого порядка,

ϕ — угол отклонения луча от перпендикуляра,

N — число штрихов на длину l ,

$AP = d \sin \phi$ — разность хода параллельных лучей.

Изменения дифракционной картины. Если на дифракционную решетку падает белый свет, то в центре будет белая полоса (выполняется условие максимума для всех волн). По обе стороны от нее располагаются чередующиеся радужные полосы.

Условие максимума для наибольшей длины волны в определенной спектральной полоске:

$$d \frac{a_1}{b} = n \lambda_{\max}.$$

Условие максимума для наименьшей длины волны в той же спектральной полоске:

$$d \frac{a_2}{b} = n \lambda_{\min}.$$

Ширина спектра: $a_1 - a_2$.

Если изменить длину волны падающего на дифракционную решетку света, то положение интерференционных полос будет смещаться.

Условие максимума для первой волны:

$$d \frac{a_1}{b} = n \lambda_1.$$

Условие максимума для новой волны:

$$d \frac{a_2}{b} = n \lambda_2.$$

Если изменить дифракционную решетку (число штрихов), то положение интерференционных полос также будет смещаться.

Условие максимума для первой решетки:

$$\frac{\ell}{N_1} \frac{a_1}{b} = n \lambda.$$

Условие максимума для новой решетки:

$$\frac{\ell}{N_2} \frac{a_2}{b} = n \lambda.$$

Если дифракционную решетку повернуть на 90° , то дифракционная картина также повернется на 90° .

7. СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Принципы относительности Галилея:

1. Все механические процессы в инерциальных системах отсчета протекают одинаково.

2. Правило сложения скоростей

$$\vec{v}' = \vec{v} + \vec{u}.$$

Принципы относительности Эйнштейна:

1. Все физические процессы в инерциальных системах отсчета протекают одинаково.
2. Скорость света в вакууме одинакова для всех инерциальных систем отсчета. Она не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приемника:

$$c = \text{const}, \quad c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с.}$$

Согласно теории Эйнштейна во всех инерциальных системах отсчета физические законы имеют одинаковую форму.

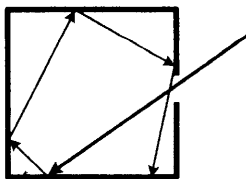
Следствия из теории относительности Эйнштейна (релятивистские эффекты):

<p>Связь массы и энергии</p> $E = mc^2$ $\Delta E = \Delta mc^2$	<p>Уменьшение длины</p> $l = l_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$	<p>Увеличение интервалов времени</p> $t = \frac{t_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$
<p>Сложение скоростей</p> $v' = \frac{v + u}{1 + \frac{vu}{c^2}}$	<p>Увеличение массы</p> $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	<p>Релятивистский импульс</p> $p = mv = \frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \frac{E_{\text{полн}}}{c^2} v$
<p>Полная энергия</p> $E_{\text{полн}} = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $E_{\text{полн}} = c \sqrt{p^2 + m_0^2 c^2}$	<p>Кинетическая энергия</p> $E_k = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 c^2$	<p>Работа равна изменению энергии</p> $A = \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_2^2}{c^2}}} - \frac{m_0 c^2}{\sqrt{1 - \frac{v_1^2}{c^2}}}$

8. КВАНТОВАЯ ФИЗИКА

Тепловое излучение

В начале XX в. попытки объяснить явления теплового излучения, фотоэффекта и др. привели к созданию квантовой теории.

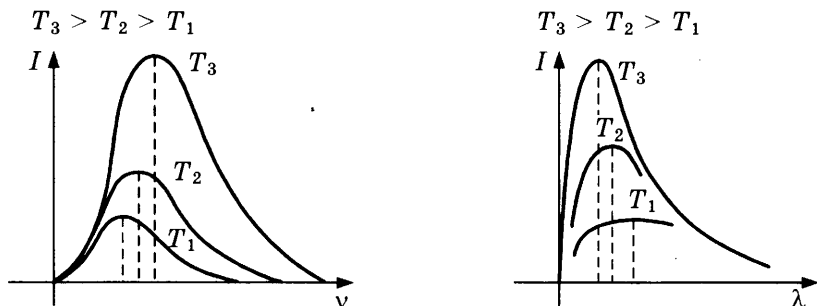


Модель абсолютно черного тела

Если нагреть стенки абсолютно черного тела, то интенсивность излучения не зависит от материала, из которого стенки изготовлены, а определяется только их температурой. Солнце и звезды имеют подобное излучение.

Цвет абсолютно черного тела может быть любым и зависит от температуры. Например, холодным звездам (3000 °С) соответствует красный цвет, более нагретым (6000 °С) — желтый, самым горячим — голубой (10 000 °С).

Экспериментальная зависимость излучения абсолютно черного тела от температуры:



С ростом температуры интенсивность излучения растет, и максимум интенсивности смещается в область коротких волн (или больших частот).

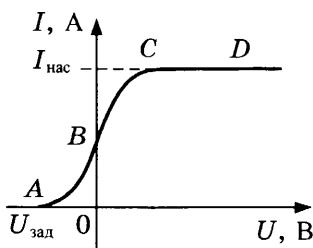
Для объяснения этой зависимости ученые предположили, что энергия излучается порциями (квантами). Энергия кванта пропорциональна частоте (или обратно пропорциональна длине волны):

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda},$$

где $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж · с — постоянная Планка.

Фотоэффект

Фотоэффект — явление вырывания электронов из металла под действием света.



Вольт-амперная характеристика (световой поток, освещенность, интенсивность излучения не изменяются)

1. *Точка В* ($U = 0$). Под действием света, даже при отсутствии электрического поля, часть вырванных фотоэлектронов достигает противоположного электрода.

2. *Участок CD* — область насыщения. Количество электронов, вырванных за единицу времени с поверхности катода, достигает за это же время анода.

3. *Точка А*. При некотором значении обратного напряжения ток прекращается. Это напряжение называют *задерживающим*.

Законы фотоэффекта:

1. Сила тока насыщения прямо пропорциональна освещенности катода E (или падающему световому потоку Φ , или интенсивности излучения I , или числу фотонов, падающих на электрод в единицу времени) и не зависит от частоты падающего света:

$$I_{\text{нас.}} = f(E) = \varphi(\Phi) = \psi(I).$$

2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов возрастает с увеличением частоты падающего света, но не зависит от освещенности катода.

3. Для каждого вещества существует *красная граница фотоэффекта* — наименьшая частота ν_{min} (или наибольшая длина волны λ_{max}), при которой еще возможен фотоэффект.

Объяснение фотоэффекта (А. Эйнштейн, 1905 г.). Энергия не только испускается, но и поглощается квантами. Фотон приносит электрону энергию, которая идет на вырывание электрона из металла (работа выхода) и сообщение электрону кинетической энергии.

Формула Эйнштейна:

$$E_{\phi} = A_{\text{вых}} + E_k.$$

Энергия фотона:

$$E_{\phi} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}.$$

Работа выхода — это энергия взаимодействия электрона с ядром:

$$A_{\text{вых}} = h\nu_{\text{кр}} = \frac{hc}{\lambda_{\text{кр}}}.$$

Кинетическая энергия электрона:

$$E_k = \frac{m_e v^2}{2} = q_e U_{\text{зад}}.$$

Световые кванты

Энергия фотона	$E_0 = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = m_0c^2$
Масса фотона	$m_0 = \frac{E_0}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$
Импульс фотона	$p_0 = m_0c = \frac{E_0}{c} = \frac{h\nu}{c} = \frac{h}{\lambda}$
Заряд фотона	$q = 0$
Число фотонов	$N = \frac{E}{E_0} = \frac{Pt}{E_0} = \frac{m_{\text{всех}}}{m_0}$
Импульс, переданный телу, при поглощении фотона	$p = 2m_0c = 2\frac{E_0}{c} = 2\frac{h\nu}{c} = 2\frac{h}{\lambda}$
Давление света при поглощении	$p = \frac{W}{tSc} = \frac{I}{c}$ (Па)
Давление света при зеркальном отражении	$p = \frac{2W}{tSc} = \frac{2I}{c}$ (Па)
Сила давления света	$F = pS_{\text{нов}}$ (Н)

Строение атома

Экспериментальные факты:

- 1) атом в целом электрически нейтрален;
- 2) частица с наименьшим отрицательным зарядом (электрон) находится внутри атома;
- 3) масса атома в 1000 раз больше массы электрона.

Модель Томсона — «пудинг с изюмом».

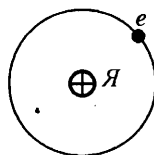
По мнению Томсона, весь атом заполнен положительным зарядом, а в него, как изюминки, вкраплены электроны.



Резерфорд решил проверить модель Томсона.

Он изучал рассеяние α -частиц (положительные частицы образуются при радиоактивном распаде, их масса сравнима с массой атома).

Планетарная модель атома Резерфорда. В центре атома находится компактное, массивное, положительно заряженное ядро, вокруг которого на сравнительно большом расстоянии движутся электроны.



Недостатки модели Резерфорда: электрон, двигаясь по окружности, имеет центростремительное ускорение. Любая ускоренно движущаяся заряженная частица должна испускать элек-

ромагнитную волну. Таким образом, электрон должен терять энергию и «падать» на ядро. Время жизни такого атома 10^7 с.

Постулаты Бора

1. Атомная система может находиться в особых стационарных состояниях, каждому из которых соответствует определенная энергия. Находясь в стационарных состояниях, атом не излучает.

2. Энергия испускается или поглощается при переходе электрона из одного состояния в другое:

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = E_n - E_k.$$

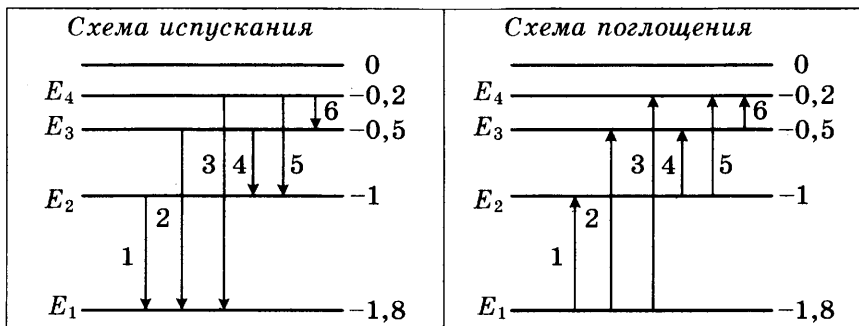
Элементарная боровская теория атома водорода:

Момент импульса квантуется (III постулат Бора)	$mvr = \frac{nh}{2\pi}$
Закон Ньютона и закон Кулона	$\frac{q_e^2}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{m_e v^2}{r}$ $r_n = \frac{\epsilon_0 h^2}{\pi q_e^2 m_e} n^2 = r_1 n^2$
Выразим скорость v	$v_n = \frac{q_e^2}{2\epsilon_0 h} \cdot \frac{1}{n} = \frac{v_1}{n}$
Кинетическая энергия	$E_k = \frac{m_e v^2}{2} = \frac{q_e^2}{8\pi\epsilon_0 r} = \frac{m_e q_e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$
Потенциальная энергия	$E_p = -\frac{kq_1 q_2}{r} = -\frac{q_e^2}{4\pi\epsilon_0 r} = -\frac{m_e q_e^4}{4\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$
Полная энергия	$E = E_k + E_p = -\frac{q_e^2}{8\pi\epsilon_0 r} = -\frac{m_e q_e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$
Частота излучения	$h\nu = \frac{m_e q_e^4}{8\epsilon_0^2 h^2} \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right)$ или $\nu = R \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{k^2} \right),$ где $k > n$, $R = 3,3 \cdot 10^{15}$ Гц
Длина волны	$\lambda = \frac{hc}{E_k - E_n}$
Импульс кванта	$p = \frac{E_k - E_n}{c}$

Эта теория смогла объяснить только закономерности в атоме водорода. Для гелия она уже не работала.

По современным представлениям: положение электрона в атоме подчиняется теории вероятности. Стационарные орбиты — это наиболее вероятные положения электрона в атоме.

Схема возможных переходов электрона в атоме



Энергия электрона в атоме отрицательна.

Чем ближе к ядру, тем больше числовое значение энергии.

На бесконечности энергия равна нулю.

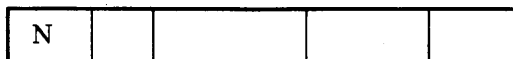
Спектральный анализ — исследование спектров от различных источников.

Виды спектров.

Непрерывный (сплошной) спектр получают от раскаленных твердых и жидких тел, сильно сжатых газов, Солнца. Он представляет собой непрерывную радужную полоску.

Линейчатый спектр испускания получают от разогретых веществ в газообразном атомарном состоянии. Внешне он представляет собой набор ярких цветных линий на черном фоне.

Линейчатый спектр поглощения можно получить, если белый свет пропустить через вещество в газообразном атомарном состоянии. Внешне он представляет собой набор черных линий на непрерывном спектре.



Каждое вещество имеет свой набор характерных цветных полос. Как преступника можно узнать по отпечаткам пальцев,

так химический состав разогретого вещества можно узнать по его спектру. Сначала изучают линейчатые спектры испускания, составляют специальные таблицы. Потом проводят сравнение спектра неизвестного газа с изученными спектрами.

Например, при сравнении спектра поглощения неизвестного газа и известных спектров поглощения магния и азота можно определить химический состав газа. Неизвестный газ состоит из магния и азота.

Атомное ядро

Атомное ядро состоит из протонов и нейтронов.




<p>Протон</p> $q_p = q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$ $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	<p>Нейтрон</p> $q_n = 0$ $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
--	---

Обозначение химического элемента ${}^A_Z X$, где Z — порядковый номер химического элемента в таблице химических элементов Д.И. Менделеева, A — массовое число (или атомная масса).

Число протонов в ядре (равно числу электронов в атоме) определяется порядковым номером химического элемента Z .

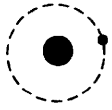
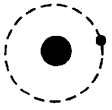
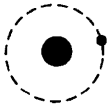
Число нейтронов: $N = A - Z$.

Схемы атомов

${}^1_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$	${}^7_3\text{Li}$
		

Изотопы — атомы, содержащие одинаковое число протонов, но разное число нейтронов. Число электронов у изотопов одинаково, поэтому они обладают одинаковыми химическими свойствами, а физическими свойствами изотопы могут отличаться.

Изотопы водорода

Водород ${}^1_1\text{H}$	Дейтерий ${}^2_1\text{H}$	Тритий ${}^3_1\text{H}$
 $N = 0$	 $N = 1$	 $N = 2$

Ядерные силы. Между протонами и нейтронами действуют силы другой природы (не электрической). Эти силы называют ядерными. Причем для ядерного взаимодействия неважно наличие электрического заряда у протона.

Нуклоны — частицы, входящие в состав ядра (с точки зрения ядерного взаимодействия). Число нуклонов равно сумме протонов и нейтронов (A).

Масса атомного ядра. Точные опыты показали, что масса ядра меньше суммы масс, составляющих его частиц:

$$m_x < Zm_p + Nm_n.$$

Дефект массы:

$$\Delta m = Zm_p + Nm_n - m_x \text{ (а.е.м.)}$$

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг.}$$

Энергия связи — энергия, которую необходимо затратить, чтобы разделить ядро на отдельные нуклоны, или энергия, которая выделяется при формировании ядра:

$$E_{св} = \Delta mc^2 \text{ (эВ)},$$

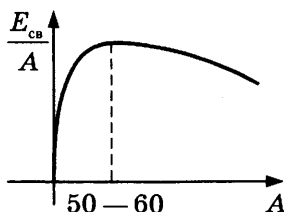
$$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

Удельная энергия связи — энергия связи, приходящаяся на один нуклон:

$$\frac{E_{св}}{A} = \frac{\Delta mc^2}{A} \text{ (Дж/нуклон)}.$$

Удельная энергия связи характеризует устойчивость (прочность) ядер. Чем больше удельная энергия связи, тем

- 1) устойчивее ядро,
- 2) лучше взаимодействуют нуклоны,
- 3) сложнее выбить нейтрон или протон из ядра.



Зависимость удельной энергии связи от массового числа

Из графика видно, что энергетически выгодно деление тяжелых ядер и слияние легких.

Радиоактивность

Радиоактивность — способность некоторых ядер к самопроизвольному превращению в другие ядра. Обычно этот процесс сопровождается испусканием различных частиц.

Естественная радиоактивность. Ядерное взаимодействие короткодействующее. Ядра тяжелых элементов имеют сравнительно большие размеры, поэтому между отдельными участками может возникнуть электрическое отталкивание, и ядро разрушается.

Искусственная радиоактивность. Даже легкие ядра под действием других элементарных частиц становятся радиоактивными.

Виды радиоактивных излучений. Если излучение, идущее от радиоактивного вещества, поместить в электрическое поле, то оно распадается на три потока.

Заряд	Положительный	Нейтральный	Отрицательный
Название	α -лучи	γ -лучи	β -лучи
Состав излучения	Ядра атома гелия ${}^4_2\text{He}$	Коротковолновое электромагнитное излучение	Поток электронов ${}^0_{-1}e$
Что происходит с ядрами	Из ядра вылетает ${}^4_2\text{He}$	Ядро из возбужденного состояния переходит в основное	В ядре происходит распад нейтрона ${}^1_0n = {}^0_{-1}e + {}^1_1p$
Превращения в ядрах	α -распад ${}^A_ZX = {}^4_2\text{He} + {}^{A-4}_{Z-2}Y$	γ -распад ${}^A_ZX = {}^A_ZX$	β -распад ${}^A_ZX = {}^0_{-1}e + {}^A_{Z+1}Y$
Защита от излучения	Лист бумаги толщиной 0,1 мм	Огромный слой свинца	Алюминиевая пластина толщиной 3,5 см

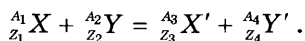
Закон радиоактивного распада:

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}} \text{ или } m = \frac{m_0}{2^{\frac{t}{T}}},$$

где $N(t)$ — число (масса) *не распавшихся* ядер в момент времени t , $N_0(m_0)$ — начальное число (первоначальная масса) *не распавшихся* ядер; T — период полураспада.

Период полураспада — время, за которое исходное число ядер в *среднем* уменьшается вдвое.

Ядерные реакции — это изменения в ядрах, которые происходят под действием других ядер или элементарных частиц:



Аннигиляция позитрона и электрона:

$${}^0_{-1}e + {}^0_{+1}e = 2\gamma.$$

При аннигиляции электрона и позитрона рождаются два или более γ -кванта в соответствии с законом сохранения импульса.

Законы сохранения:

$$\Sigma Z = \Sigma Z'$$

$$\Sigma A = \Sigma A'$$

$$\Sigma N = \Sigma N'.$$

В ядерных реакциях закон сохранения заряда выполняется полностью, а закон сохранения массы «нарушается». Изменение массы связано с выделением или поглощением энергии.

9. КРАТКИЕ СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9
мега	М	10^6
кило	к	10^3
гекто	г	10^2
деци	д	10^{-1}
санти	с	10^{-2}
милли	м	10^{-3}
микро	мк	10^{-6}
нано	н	10^{-9}
пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж} / (\text{моль} \cdot \text{К})$

Константы

постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж / К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м / с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3
подсолнечного масла	900 кг/м^3
алюминия	2700 кг/м^3
железа	7800 кг/м^3
ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

воды	$4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)
льда	$2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг · К)
железа	640 Дж/(кг · К)
свинца	130 Дж/(кг · К)
алюминия	900 Дж/(кг · К)
меди	380 Дж/(кг · К)
чугуна	500 Дж/(кг · К)

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия давление 10^5 Па, температура 0°C

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность

		подсолнечного масла	900 кг/м^3
воды	1000 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

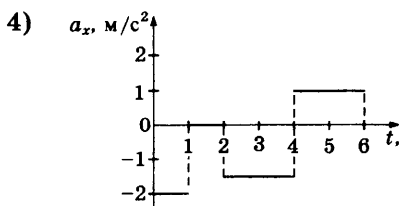
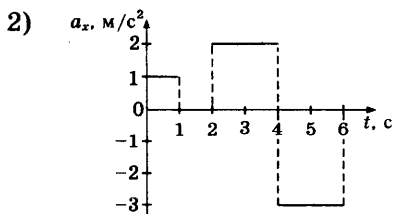
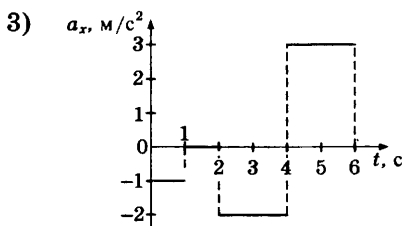
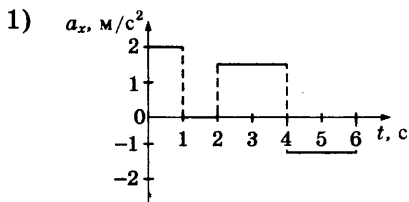
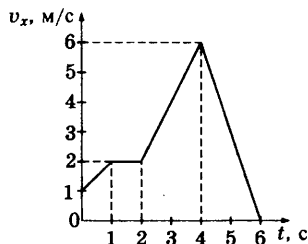
ВАРИАНТ 1

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

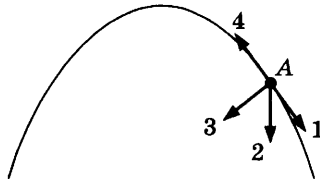
1. На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости автомобиля от времени t .

Проекция ускорения автомобиля a_x в интервале от момента времени 4 с до момента времени 6 с представлена верно графиком



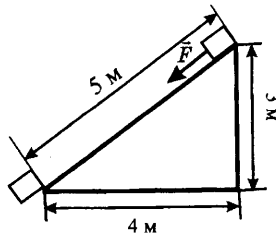
Ответ: .

2. На рисунке показана траектория движения тела, брошенного под некоторым углом к горизонтальной поверхности Земли. В точке А этой траектории направление вектора скорости обозначено стрелкой 1; траектория движения тела и все векторы лежат в плоскости, перпендикулярной поверхности Земли. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Какое направление имеет вектор ускорения тела в системе отсчёта Земля? В ответе укажите номер соответствующей стрелки.



Ответ: .

3. Тело массой 3 кг под действием силы \vec{F} перемещается вниз по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом уменьшается на $h = 3$ м. Вектор силы направлен параллельно наклонной плоскости. Сила \vec{F} совершила при этом перемещении работу 100 Дж. Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$. Чему равен модуль силы \vec{F} ?



Ответ: _____

4. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с

относительно лодки. С какой скоростью лодка движется относительно земли после прыжка человека? Сопротивление воды движению лодки будем считать пренебрежимо малым.

Ответ: _____ м/с

5. Среднее расстояние между центрами Луны и Земли примерно 60 земных радиусов. Во сколько раз уменьшится сила гравитационного взаимодействия предмета массой 1 кг и Земли, если сначала предмет находится на поверхности Земли, а затем на лунной орбите?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре длиной 5 м. Если её отклонить от положения равновесия, а затем отпустить, она совершает свободные колебания, как математический маятник. Что произойдёт с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой её колебаний, если начальное отклонение гири будет изменено с 10 см на 20 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

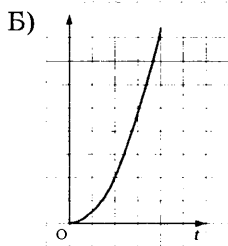
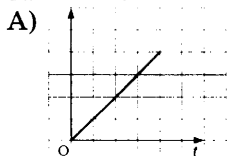
Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

7. В некотором физическом эксперименте в течение нескольких секунд было зафиксировано движение тела из состояния покоя. По данным эксперимента были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

Каким физическим величинам, перечисленным в правом столбце, соответствуют графики А и Б?

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



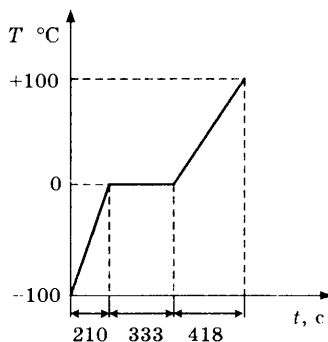
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости тела на горизонтальную ось Ox
- 2) проекция ускорения тела на горизонтальную ось Ox
- 3) путь, пройденный телом
- 4) потенциальная энергия тела

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальном момент в кристаллическом состоянии при температуре $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.

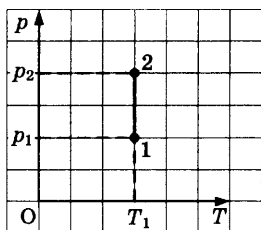


По графику на рисунке определите, в каких интервалах времени внутренняя энергия воды повышалась.

- 1) только в интервалах 210 с и 418 с
- 2) только в интервалах 333 с и 418 с
- 3) только в интервалах 210 с и 333 с
- 4) в процессе всего эксперимента 961 с

Ответ: .

9. Идеальный газ в некотором процессе, показанном на графике, совершил работу 300 Дж.



Ниже приведены характеристики данного процесса.

- 1) Процесс изотермический, газу передано количество теплоты 300 Дж, изменение внутренней энергии $\Delta U = 0$
- 2) Процесс изотермический, газу передано количество теплоты 300 Дж, изменение внутренней энергии $\Delta U = 300$ Дж
- 3) Процесс изобарный, газу передано количество теплоты 300 Дж, изменение внутренней энергии $\Delta U = 0$
- 4) Процесс изобарный, газу передано количество теплоты 300 Дж, изменение внутренней энергии $\Delta U = 300$ Дж

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: .

10. В закрытом помещении при температуре воздуха 40°C конденсация паров воды на стенке стакана с водой начинается при охлаждении воды в стакане до 16°C .
Чему будет равна точка росы в этом помещении, если весь воздух помещения охладить до 20°C ?

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$

11. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объём воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ИЗМЕНЕНИЯ
А) давление	1) увеличение
Б) температура	2) уменьшение
В) внутренняя энергия	3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

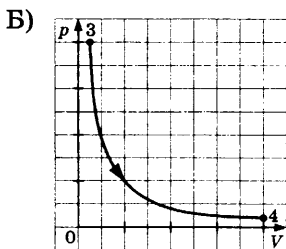
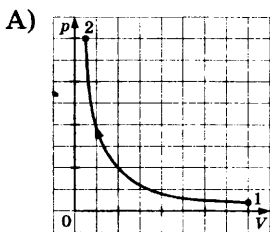
А	Б	В

12. Графики А и Б процессов, происходящих в изолированной термодинамической системе, построены в координатах $p-V$.

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия не изменяется
- 2) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия уменьшается
- 3) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия не изменяется
- 4) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия увеличивается

Ответ:

А	Б

13. Разноимённые электрические заряды притягиваются друг к другу вследствие того, что

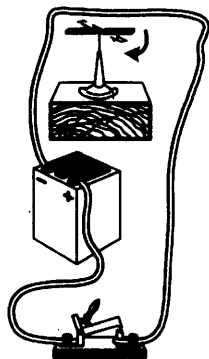
- 1) один электрический заряд способен мгновенно действовать на любой другой электрический заряд на любом расстоянии
- 2) вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические поля других зарядов
- 3) вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на другие электрические заряды
- 4) существует гравитационное взаимодействие

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: .

14. В опыте Эрстеда (см. рис.) было обнаружено, что

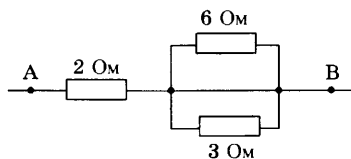
- 1) электрический ток в проводнике вызывает поворот магнитной стрелки, расположенной вблизи проводника
- 2) магнитная стрелка, расположенная вблизи проводника, действует на электрический ток в проводнике
- 3) расположенная вблизи проводника магнитная стрелка и электрический ток в проводнике взаимодействуют силами взаимного притяжения
- 4) расположенная вблизи проводника магнитная стрелка и электрический ток в проводнике взаимодействуют силами взаимного отталкивания



Какое из приведённых выше утверждений верно?

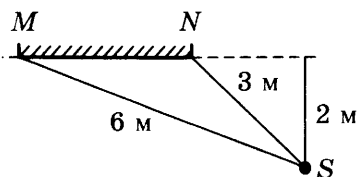
Ответ: .

15. Чему равно напряжение на участке цепи АВ (см. рис.), если сила тока через резистор сопротивлением 2 Ом равна 2 А?



Ответ: _____ В

16. Расположение плоского зеркала MN и источника света S представлено на рисунке. Каково расстояние от источника S до его изображения в зеркале MN ?



Ответ: _____ м

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдёт с силой тока в цепи, напряжением на выходе источника тока и мощностью тока на внешней цепи при подключении последовательно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. Материальная точка движется равномерно, прямолинейно и сонаправленно с осью координат OX . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) координата точки

1) $s = vt$

Б) путь, пройденный за время t
со скоростью v

2) $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$

3) $x = x_0 - vt$

4) $x = x_0 + vt$

Ответ:

А	Б

19. Может ли ядро атома одного химического элемента самопроизвольно превратиться в ядро атома другого химического элемента?

1) может любое ядро

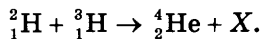
2) не может никакое ядро

3) могут только ядра атомов радиоактивных изотопов

4) могут только ядра атомов, стоящие за ураном в таблице Д.И. Менделеева

Ответ: .

20. При высоких температурах возможен синтез ядер гелия из ядер изотопов водорода:



Какая частица X освобождается при осуществлении такой реакции?

1) нейтрон

3) протон

2) нейтрино

4) электрон

Ответ: .

21. При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой ν происходит фотоэлектрический

эффект. Максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна 2 эВ. Чему равно значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этой пластины монохроматическим светом с частотой 2ν ?

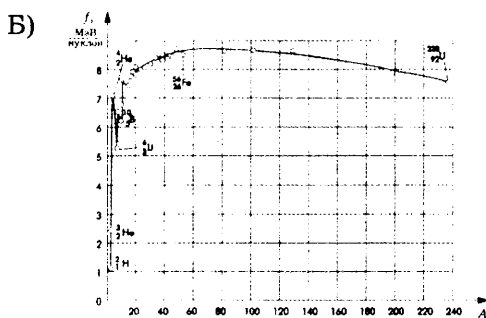
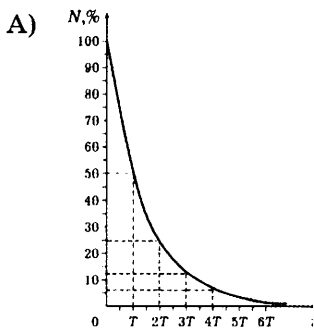
Ответ: _____ эВ

22. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин.

Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость числа радиоактивных ядер от времени
- 2) зависимость напряжения от относительного удлинения
- 3) зависимость удельной энергии связи нуклонов в атомных ядрах от массового числа ядра
- 4) зависимость индукции магнитного поля в веществе от индукции намагничивающего поля.

Ответ:

А	Б

23. В измерительный стакан, показанный на рисунке, учитель налил 200 см^3 воды. Учитывая цену деления стакана, четыре ученика записали результат измерения.



Какой ответ верный?

1) 200 см^3

2) $(200 \pm 50) \text{ см}^3$

4) $(200 \pm 5) \text{ см}^3$

3) $(200 \pm 10) \text{ см}^3$

Ответ: .

24. В таблице представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения на концах нити электрической лампы. По результатам измерений был построен график зависимости $I(U)$ — см. рис. 1. Поскольку график $I(U)$ не показал прямой пропорциональной зависимости тока от напряжения, были вычислены значения электрического сопротивления при разных значениях силы тока и построен график зависимости $R(I)$ — см. рис. 2.

$U, \text{ В}$	$\Delta U, \text{ В}$	$I, \text{ мА}$	$\Delta I, \text{ мА}$
0,111	0,003	10	3
0,242	0,003	20	3
0,381	0,004	30	3
0,788	0,006	40	3
1,242	0,008	50	3

Анализируя все приведённые данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите утверждение, соответствующее результатам экспериментального исследования.

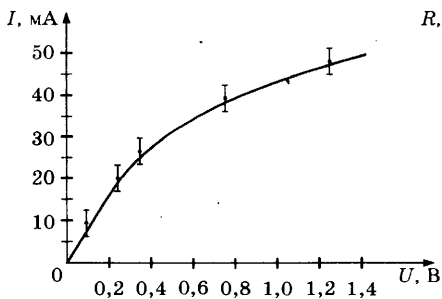


Рис. 1

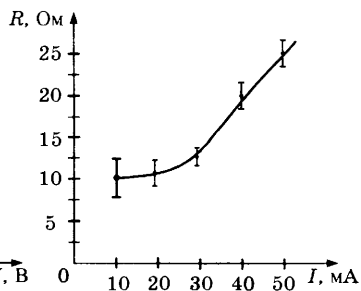


Рис. 2

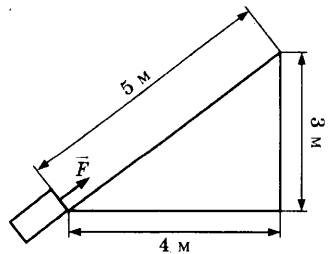
- 1) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к уменьшению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 2) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления R нити лампы.
- 3) Нелинейность зависимостей $I(U)$ и $R(I)$ объясняется слишком большой погрешностью измерений напряжения.
- 4) Полученные результаты противоречат закону Ома для участка цепи.

Ответ: .

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх на наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Сила \vec{F} равна 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила \vec{F} ? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



Ответ: _____ Дж

26. Идеальный газ совершил работу 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 300 Дж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе?

Ответ: _____ Дж

27. При последовательном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний напряжения на активном сопротивлении оказалась 3 В, на конденсаторе 8 В, на катушке 12 В. Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду колебаний полного напряжения на концах последовательной цепи.

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

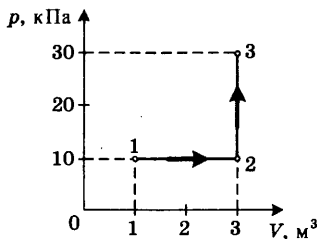
28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 23 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 12 °С. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью движется тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки равна 700 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



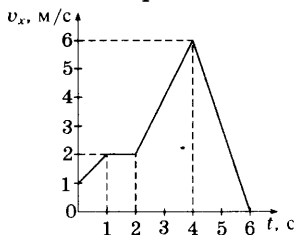
31. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А. При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС аккумулятора.
32. У самой поверхности воды в реке летит комар, стая рыб находится на расстоянии 2 м от поверхности воды. Каково максимальное расстояние до комара, на котором он ещё виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух–вода равен 1,33.

ВАРИАНТ 2

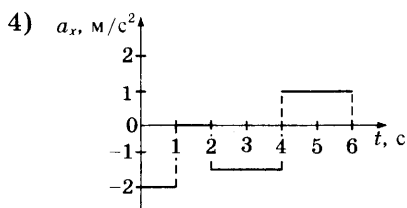
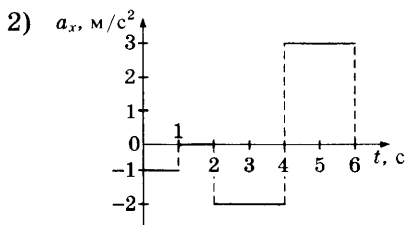
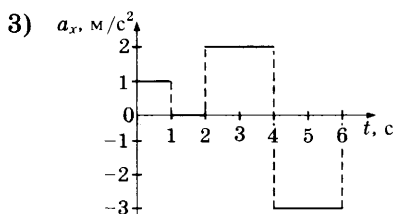
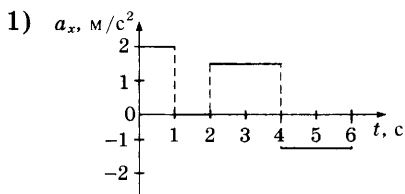
Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции v_x скорости автомобиля от времени t .

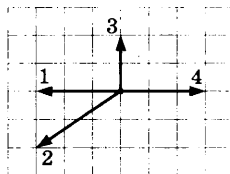


Проекция ускорения автомобиля в интервале от момента времени 2 с до момента времени 4 с представлена верно графиком



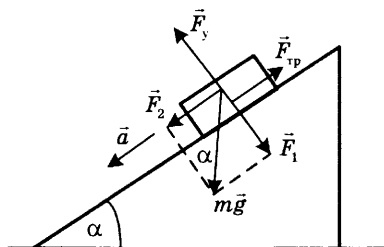
Ответ: .

2. На рисунке представлены четыре вектора сил, действующих на тело. С исключением какой из четырёх сил ускорение тела будет равно нулю? В ответе укажите номер вектора этой силы



Ответ: .

3. Брусок массой 2 кг под действием приложенных к нему сил движется вниз на наклонной плоскости (угол $\alpha = 30^\circ$) с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$. Чему равен модуль равнодействующей сил?



Ответ: _____ Н

4. Автомобиль массой $2m$, движущийся со скоростью v , сталкивается с неподвижным автомобилем массой m . После столкновения они движутся как одно целое. Каким суммарным импульсом обладают два автомобиля после столкновения? Механическая энергия не расходуется на нагревание, трение и деформацию в процессе и после столкновения.

Ответ: _____

5. При выходе в открытый космос космонавт сначала оставался на расстоянии 10 м от центра масс орбитальной станции, а затем оказался на расстоянии 100 м от него. Во сколько раз уменьшилась сила гравитационного взаимодействия между станцией и космонавтом, если масса станции 20 т, масса космонавта в скафандре 100 кг?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Брусок движется равномерно по горизонтальной поверхности. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы и свойствами вектора силы:

- 1) вертикально вниз
- 2) против направления вектора скорости
- 3) вертикально вверх
- 4) обратно пропорционален площади поверхности бруска
- 5) пропорционален силе нормального давления
- 6) обратно пропорционален силе нормального давления
- 7) пропорционален площади поверхности бруска
- 8) не зависит от площади поверхности бруска

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

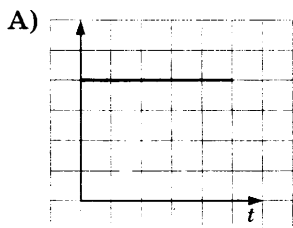
Направление вектора	
Модуль вектора	

7. В физическом эксперименте в течение некоторого отрезка времени было зафиксировано равномерное движение тела на горизонтальном и прямолинейном участке пути. По данным эксперимента были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

Каким физическим величинам, перечисленным в правом столбце, соответствуют графики А и Б.

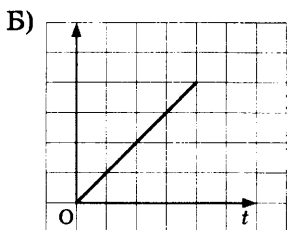
К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

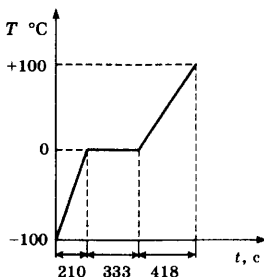
- 1) скорость тела
- 2) ускорение тела
- 3) путь, пройденный телом
- 4) кинетическая энергия тела



Ответ:

A	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплопередачи определите удельную теплоёмкость льда.

- 1) $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 3) $2100\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$
 2) $3300\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$ 4) $10\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$

Ответ: .

9. Внутренняя энергия идеального газа определяется

- 1) потенциальной энергией взаимодействия частиц идеального газа
 2) только кинетической энергией беспорядочного движения частиц, из которых состоит идеальный газ
 3) только потенциальной энергией взаимодействия частиц, из которых состоит идеальный газ

- 4) кинетической энергией беспорядочного движения частиц идеального газа и потенциальной энергией их взаимодействия

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: .

10. Давление насыщенного пара в комнате равно 22 гПа, давление водяных паров в составе воздуха комнаты равно 11 гПа.

Чему равна относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %

11. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изохорный процесс нагревания воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) объём | 2) уменьшение |
| В) температура | 3) неизменность |
| Г) внутренняя энергия | |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

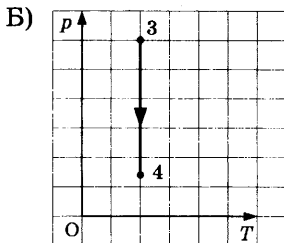
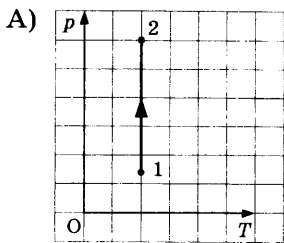
А	Б	В	Г

12. Графики А и Б процессов для изолированной термодинамической системы построены в координатах $p-T$.

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



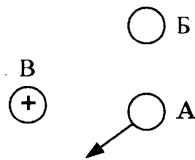
УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия увеличивается
- 2) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия не изменяется
- 3) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия уменьшается
- 4) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия не изменяется

Ответ:

А	Б

13. На рисунке представлено расположение одинаковых по модулю электрических зарядов А, Б и В, заряд В имеет положительный знак. Каковы знаки электрических зарядов А и Б, если вектор равнодействующей сил, действующих на заряд А со стороны зарядов Б и В, имеет направление, указанное на рисунке?

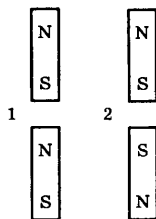


- 1) А +, Б +
- 2) А +, Б -
- 3) А -, Б +
- 4) А -, Б -

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: .

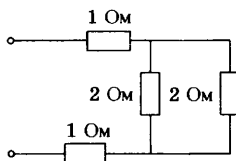
14. На рисунке представлено расположение двух пар магнитов. Как взаимодействуют близко расположенные друг к другу полюса в этих парах?



- 1) в паре 1 притягиваются, в паре 2 отталкиваются
- 2) в паре 2 притягиваются, в паре 1 отталкиваются
- 3) в парах 1 и 2 притягиваются
- 4) в парах 1 и 2 отталкиваются

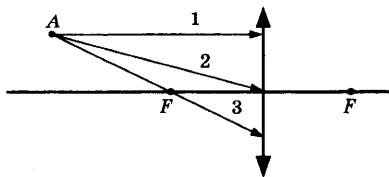
Ответ: .

15. Рассчитайте общее сопротивление электрической цепи, представленной на рисунке.



Ответ: _____ Ом

16. На рисунке представлена схематически собирающая линза, её главная оптическая ось, главные фокусы линзы и три луча, исходящих из точечного источника света А. Какой из этих трёх лучей после прохождения через собирающую линзу не изменит своего направления распространения?



Ответ: _____

Ядро какого изотопа X было получено в этой реакции?

- 1) ${}^{17}_8\text{O}$ 2) ${}^{16}_8\text{O}$ 3) ${}^{19}_9\text{F}$ 4) ${}^{20}_{10}\text{Ne}$

Ответ: .

20. Каким зарядовым числом обладает атомное ядро, возникшее в результате α -распада ядра атома элемента с зарядовым числом Z ?

- 1) $Z-1$ 2) $Z-2$ 3) $Z-4$ 4) $Z+1$

Ответ: .

21. Чему равен импульс, переданный фотоном веществу при нормальном падении на поверхность, в случае поглощения фотона веществом?

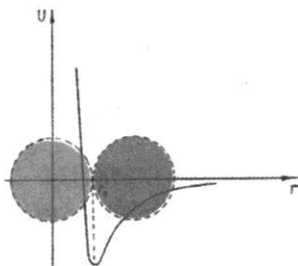
Ответ: _____

22. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин.

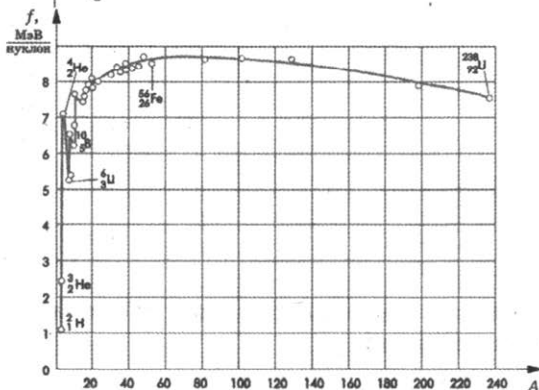
Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

ГРАФИКИ

А)



Б)



УТВЕРЖДЕНИЯ

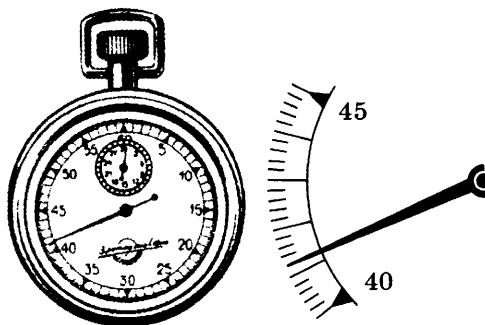
- 1) зависимость удельной энергии связи нуклонов в атомных ядрах от массового числа ядра
- 2) зависимость напряжения от относительного удлинения
- 3) зависимость числа радиоактивных ядер от времени
- 4) зависимость потенциальной энергии системы взаимодействующих молекул от расстояния между молекулами

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

23. На рисунке представлен секундомер, справа от него дано увеличенное изображение части шкалы и стрелки. Запишите показания секундомера, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления секундомера.

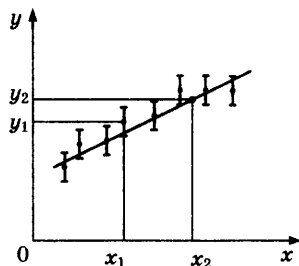


- 1) $41,2 \text{ с} \pm 0,2 \text{ с}$
- 2) $41,1 \text{ с} \pm 0,2 \text{ с}$
- 3) $41,2 \text{ с} \pm 0,1 \text{ с}$
- 4) $41,1 \text{ с} \pm 0,1 \text{ с}$

Ответ: .

24. Результаты экспериментального исследования зависимости некоторой физической величины y от величины x представлены точками на координатной плоскости. Вер-

тикальными линиями возле каждой точки показаны погрешности измерения координат. По оси абсцисс погрешности измерения были в несколько раз меньше и поэтому на график не нанесены. По данному графику нужно найти величину $Z = \frac{y}{x}$.



Взглянув на точки и ряд последовательных вертикальных линий, два ученика выдвинули гипотезу о линейной зависимости y от x и для подтверждения этой гипотезы попробовали провести отрезок. Им это удалось. Затем для нахождения величины Z первый ученик выбрал точку с координатами y_1 и x_1 и определил $Z_1 = \frac{y_1}{x_1}$. Второй ученик выбрал точку с координатами y_2 и x_2 и определил

$Z_2 = \frac{y_2}{x_2}$. Какой результат ближе к верному?

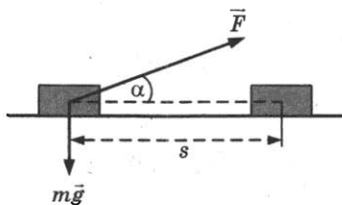
- 1) Z_1
- 2) Z_2
- 3) оба результата верны
- 4) оба результата неверны

Ответ: .

Часть 2

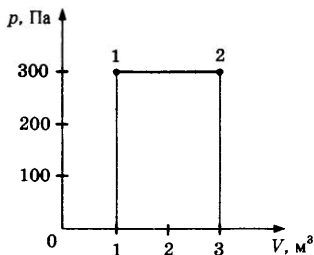
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Брусок массой m под действием силы \vec{F} , направленной под углом α к горизонту, перемещается по прямой на горизонтальной поверхности на расстояние s . Коэффициент трения равен μ . Чему равна работа силы трения?



Ответ: _____ Дж

26. Какую работу совершил газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.)?



Ответ: _____ Дж

27. Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью в однородном магнитном поле, ось вращения рамки перпендикулярна вектору \vec{B} индукции. Какова зависимость ЭДС индукции в рамке от времени?

Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

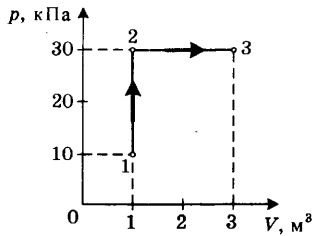
28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 21 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до 7 °С. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана 7 °С. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6
$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 4,9 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
30. На диаграмме (см. рис.) представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в электрической цепи равна 24 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 23 Ом сила тока в электрической цепи равна 1 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.
32. Используя таблицы в начале книги и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении ядерной реакции ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1\text{n}$.

Массы атомных ядер

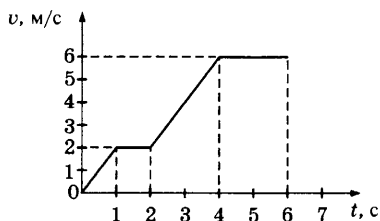
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}_1^1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	водород	${}_1^2\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	водород	${}_1^3\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	${}_2^3\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а.е.м.
2	гелий	${}_2^4\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а.е.м.
13	алюминий	${}_{13}^{27}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а.е.м.
15	фосфор	${}_{15}^{30}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а.е.м.

ВАРИАНТ 3

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

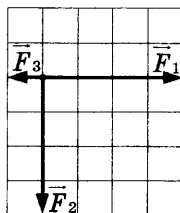
1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 1 с до момента времени 2 с после начала движения.



- 1) 1 м 2) 2 м 3) 3 м 4) 4 м

Ответ: .

2. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы F_1 равен 4Н. Чему равен модуль равнодействующей векторов F_1 , F_2 , F_3 ?



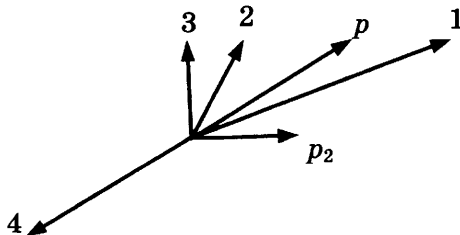
Ответ: _____ Н

3. Монета лежала неподвижно на книге, наклонённой к горизонтальной поверхности под углом α . При увеличении угла наклона до 2α монета осталась неподвижной. Чему

равно отношению модулей сил трения покоя $\frac{F_2}{F_1}$ в указанных случаях?

Ответ: _____

4. Снаряд, обладавший импульсом p , разорвался на две части. Векторы импульса p снаряда до разрыва и импульса p_2 одной из этих частей после разрыва представлены на рисунке. Какой из векторов на этом рисунке соответствует вектору импульса второй части снаряда? В ответе укажите номер этого вектора.



Ответ: .

5. Тело массой 5 кг под действием некоторой силы приобретает ускорение 1 м/с^2 . Во сколько раз меньше ускорение сообщит эта сила телу массой 10 кг?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Искусственный спутник движется по эллиптической орбите вокруг Земли. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время приближения спутника к Земле и если изменяются, то как?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению

6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению

7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

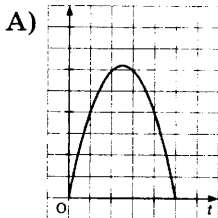
Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

7. В некотором физическом эксперименте с поверхности земли метнули камень вертикально вверх с начальной скоростью 25 м/с. По данным эксперимента были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

Каким физическим величинам, перечисленным в правом столбце, соответствуют графики А и Б?

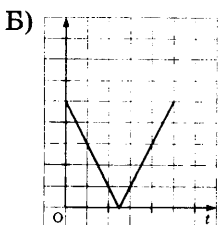
К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) ускорение тела
- 2) скорость тела
- 3) путь, пройденный телом
- 4) масса тела

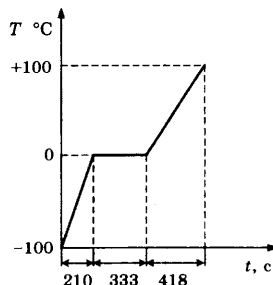


Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальном моменте в кристаллическом состоянии при температуре $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, сколько секунд длился процесс нагревания льда.

- 1) 210 с 3) 418 с 2) 333 с 4) 961 с

Ответ: .

9. Если идеальный газ совершил работу 300 Дж и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 300 Дж, то какое количество теплоты отдал или получил газ в этом процессе?

- 1) отдал 600 Дж
2) отдал 300 Дж
3) получил 600 Дж
4) получил 300 Дж

Ответ: .

10. Во сколько раз увеличилось давление газа, если при неизменной концентрации молекул абсолютная температура идеального газа была увеличена в 3 раза?

Ответ: в _____ раз(а)

11. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими адиабатный процесс расширения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

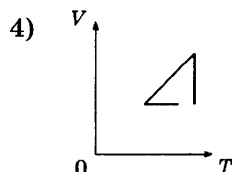
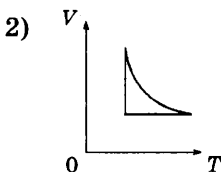
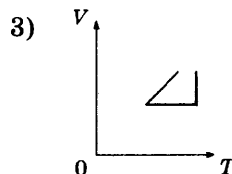
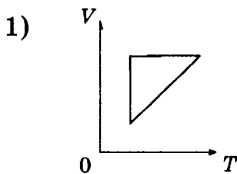
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) объём | 2) уменьшение |
| В) температура | 3) неизменность |
| Г) внутренняя энергия | |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре объём газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях $V-T$ соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: .

13. Когда соприкасаются два нейтральных тела из разного вещества, то

- 1) возможен переход части электронов с оболочек атомов одного тела другому телу, приводящий к появлению разноимённых зарядов на этих телах
- 2) возможен переход части электронов с оболочек атомов одного тела другому телу, приводящий к появлению одноимённых зарядов на этих телах
- 3) возможен переход части электронов с оболочек атомов одного тела другому телу, приводящий к появлению зарядов на одном из этих тел
- 4) возможно возникновение электрического заряда на одном из тел без появления заряда на втором теле

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: .

14. При свободном подвешивании полосового магнита за середину его северный полюс указывает направление на

- 1) Южный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Северного географического полюса
- 2) Южный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Южного географического полюса
- 3) Северный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Северного географического полюса
- 4) Северный магнитный полюс Земли, расположенный в некотором удалении от Южного географического полюса

Какое из приведённых выше утверждений верно?

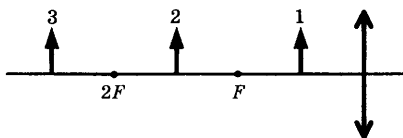
Ответ: .

15. При подключении резистора с неизвестным сопротивлением к источнику тока с ЭДС 10 В и внутренним сопротивлением 1 Ом напряжение на выходе источника тока равно 8 В. Чему равна сила тока в цепи?

Ответ: _____ А

16. На рисунке представлено расположение собирающей линзы, её главной оптической оси, главных фокусов линзы и

трёх предметов 1, 2 и 3 перед ней. Изображение какого из этих предметов будет мнимым увеличенным прямым?



Ответ: _____

17. К источнику постоянного тока были подключены последовательно электрическая лампа накаливания и полупроводниковый терморезистор. Что произойдёт с электрическим сопротивлением нити лампы, напряжением на ней и с электрическим сопротивлением полупроводникового терморезистора при увеличении силы тока в цепи?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Электрическое сопротивление лампы	Напряжение на нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

18. Материальная точка движется равномерно и прямолинейно противоположно направлению оси координат Ox . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) координата точки

Б) путь, пройденный за время t

ФОРМУЛЫ

1) $s = vt$

2) $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$

3) $x = x_0 - vt$

4) $x = x_0 + vt$

5) $s = -vt$

Ответ:

А	Б

19. Каков спектр энергетических состояний атомного ядра и какие частицы испускает ядро при переходе из возбужденного состояния в нормальное?

1) спектр линейчатый, испускает гамма-кванты

2) спектр сплошной, испускает гамма-кванты

3) спектр сплошной, испускает бета-частицы

4) спектр линейчатый, испускает альфа-частицы

Ответ: .

20. В результате электронного β -распада ядра атома элемента с зарядовым числом Z получается ядро атома элемента с зарядовым числом

1) $Z-2$

2) $Z+1$

3) $Z-1$

4) $Z+2$

Ответ: .

21. Чему равен импульс, переданный фотоном веществу при нормальном падении на поверхность, в случае отражения фотона веществом?

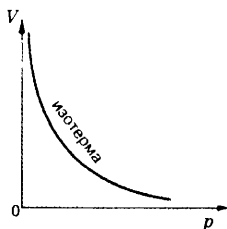
Ответ: _____

22. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин.

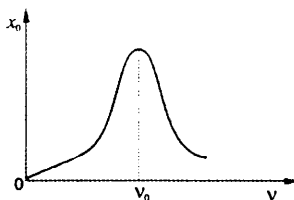
Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

ГРАФИКИ

А)



Б)



УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) зависимость объема от давления газа при постоянной температуре
- 2) зависимость напряжения от относительного удлинения
- 3) зависимость амплитуды x_0 вынужденных колебаний от частоты ν изменений вынуждающей силы постоянной амплитуды
- 4) зависимость потенциальной энергии системы взаимодействующих молекул от расстояния между молекулами

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

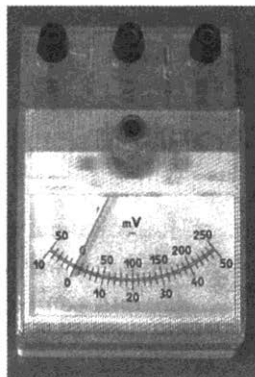
Ответ:

А	Б

23. Для измерений малых напряжений в тысячные доли вольта применяются милливольтметры.

Определите цену деления верхней и нижней шкал милливольтметра, показанного на рисунке.

- 1) цена деления верхней шкалы равна 10 мВ, нижней — 2 мВ
- 2) цена деления верхней шкалы равна 5 мВ, нижней — 1 мВ
- 3) цена деления верхней шкалы равна 250 мВ, нижней — 50 мВ
- 4) цена деления верхней шкалы равна 50 мВ, нижней — 10 мВ

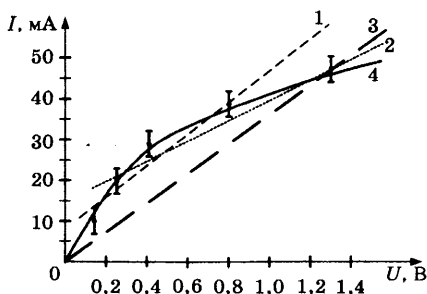


Ответ: .

24. В таблице представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения с указанием границ погрешностей. По результатам измерений были построены графики 1–4 (см. рис.).

U , В	ΔU , В	I , мА	ΔI , мА
0,111	0,003	10	3
0,242	0,003	20	3
0,381	0,004	30	3
0,788	0,006	40	3
1,242	0,008	50	3

На каком из графиков зависимость силы тока от напряжения представлена верно?



- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ: .

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Сжатая на 2 см пружина подбрасывает стальной шар вертикально вверх на 20 см. Если вся энергия сжатой пружины

жины передаётся шару, то на сколько увеличится высота полёта шара при сжатии пружины на 4 см?

Ответ: _____ см

26. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая газом?

Ответ: _____ Дж

27. В колебательном контуре, состоящем из конденсатора ёмкостью 2 мкФ и катушки, происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой $\omega = 1000 \text{ с}^{-1}$. Чему равна амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе при амплитуде колебаний силы тока в контуре 0,01 А?

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 25 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если понизить температуру стакана до 14 °С. Какова относительная влажность воздуха? Почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры? Для решения задачи воспользуйтесь таблицей.

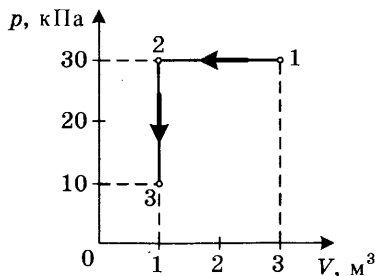
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, ^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 80 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сиденье тележки равна 200 Н при скорости движения тележки 7,5 м/с? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с².
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. При коротком замыкании клемм аккумулятора сила тока в цепи равна 20 А. При подключении к клеммам аккумулятора электрической лампы с электрическим сопротивлением нити 5,4 Ом сила тока в цепи равна 2 А. По этим результатам измерений определите ЭДС и внутреннее сопротивление аккумулятора.
32. Бассейн глубиной 3 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух–вода 1,33. Каков радиус светового круга на поверхности воды от электрической лампы на дне бассейна?

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид:

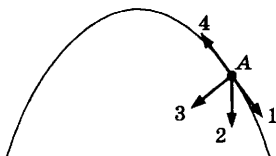
$$x = 20 - 6t + 2t^2.$$

Через сколько секунд после начала отсчёта времени $t = 0$ с проекция вектора скорости тела на ось Ox станет равной нулю?

- 1) 1,5 с 2) 2 с 3) 3 с 4) 5 с

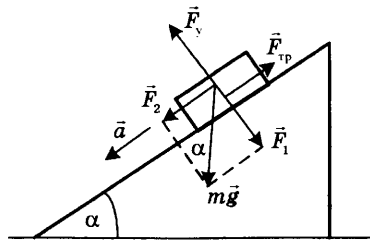
Ответ: .

2. На рисунке показана траектория движения тела, брошенного под некоторым углом к горизонтальной поверхности Земли. В точке A этой траектории направление вектора скорости обозначено стрелкой 4; траектория движения тела и все векторы лежат в плоскости, перпендикулярной поверхности Земли. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Какое направление имеет вектор ускорения тела в системе отсчёта Земля? В ответе укажите номер соответствующей стрелки.



Ответ: .

3. Брусок массой 2 кг под действием приложенных к нему сил движется равномерно на наклонной плоскости (угол $\alpha = 30^\circ$). Чему равна сила трения?



Ответ: _____ Н

4. Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью v с берега в неподвижную лодку массой M . Каким суммарным импульсом обладает лодка с человеком, если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало?

Ответ: _____

5. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Во сколько раз больше сила притяжения между шарами с массами $2m_1$ и $5m_2$, если расстояние между их центрами равно $2R$?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Человек сидит на стуле. Установите соответствие между силами, перечисленными в первом столбце таблицы, и следующими характеристиками:

- 1) приложена к человеку
- 2) приложена к стулу
- 3) направлена вертикально вниз
- 4) направлена вертикально вверх

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести человека	
Сила веса человека	

7. Камень брошен вертикально вверх. Изменяются ли физические величины, перечисленные в первом столбце, во время его движения вверх и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами и возможны-

ми видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

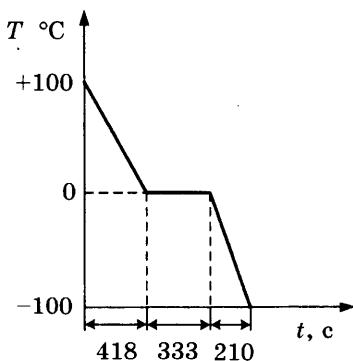
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ИЗМЕНЕНИЯ**

- | | |
|--------------------------|------------------|
| А) скорость | 1) не изменяется |
| Б) ускорение | 2) увеличивается |
| В) кинетическая энергия | 3) уменьшается |
| Г) потенциальная энергия | |

Ответ:

А	Б	В	Г

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в жидком состоянии при температуре +100 °С, при постоянной мощности теплоотвода 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплоотвода определите удельную теплоту плавления льда.

- | | |
|------------------|------------------|
| 1) 418 000 Дж/кг | 3) 210 000 Дж/кг |
| 2) 333 000 Дж/кг | 4) 1000 Дж/кг |

Ответ: .

9. Если идеальный газ совершил работу 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж, то газ в этом процессе

- 1) отдал 600 Дж
- 2) отдал 300 Дж

- 3) получил 300 Дж
 4) не отдал и не получил теплоту

Ответ: .

10. При температуре T_0 и давлении p_0 один моль идеального газа занимает объём V_0 . Во сколько раз больше объём трёх молей газа при том же давлении p_0 и температуре $2T_0$?

Ответ: в _____ раз(а)

11. По мере повышения температуры воды от $-50\text{ }^\circ\text{C}$ до $+50\text{ }^\circ\text{C}$ вода находилась сначала в твёрдом состоянии, затем происходили процессы плавления и нагревания жидкой воды. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время этих трёх процессов и если изменялась, то как? Установите соответствие между физическими процессами, перечисленными в первом столбце, и изменениями внутренней энергии воды, перечисленными во втором столбце.

**ФИЗИЧЕСКИЕ
ПРОЦЕССЫ**

- А) нагревание льда
 Б) плавление льда
 В) нагревание жидкой
 воды

**ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ
ЭНЕРГИИ**

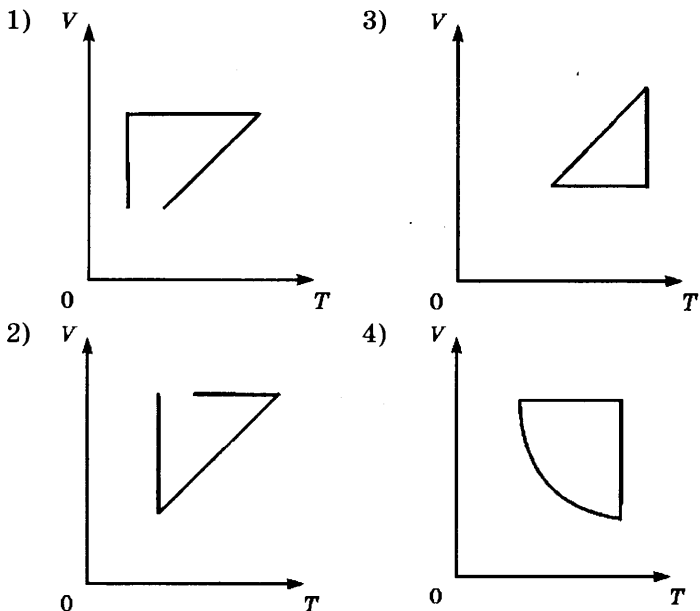
- 1) остаётся неизменной
 2) увеличивается
 3) уменьшается

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

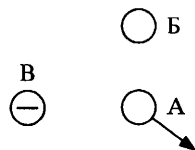
А	Б	В

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре объём газа уменьшился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях $V-T$ соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: .

13. На рисунке представлено расположение одинаковых по модулю электрических зарядов А, Б и В, заряд В имеет отрицательный знак. Каковы знаки электрических зарядов А и Б, если вектор равнодействующей сил, действующих на заряд А со стороны зарядов Б и В, имеет направление, указанное на рисунке?

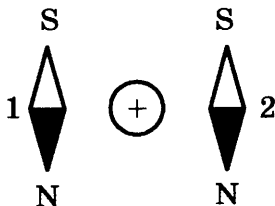


- 1) А +, В + 3) А -, В +
2) А +, В - 4) А -, В -

Ответ: .

14. На рисунке представлено расположение в горизонтальной плоскости двух магнитных стрелок вблизи прямого проводника с током, расположенного перпендикулярно плоскости рисунка. Значок «+» в кружке указывает, что ток в проводнике направлен «от нас». Какая из представленных на рисунке магнитных стрелок имеет такую ориентацию, какой она должна быть под действием магнитного поля тока в проводнике?

- 1) только стрелка 1 3) стрелки 1 и 2
 2) только стрелка 2 4) ни одна из двух



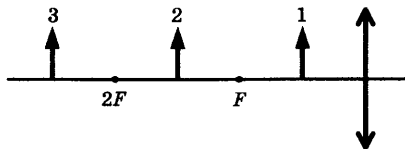
Ответ: .

15. Чему равно электрическое сопротивление нагревателя, если при силе тока 0,2 А на нём за 4 минуты выделилось 960 Дж теплоты?

Ответ: _____ Ом

16. На рисунке представлено расположение собирающей линзы, её главной оптической оси, главных фокусов линзы и трёх предметов 1, 2 и 3 перед ней. Изображение какого из этих предметов будет действительным увеличенным перевернутым?

- 1) только предмета 1
 2) только предмета 2
 3) только предмета 3
 4) ни одного из трёх предметов



Ответ: .

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдёт с силой тока в общей цепи, напряжением

на выходе источника тока и мощностью тока на внешней цепи при подключении параллельно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. Автомобиль движется равноускоренно и прямолинейно с противоположными направлениями векторов \vec{v} и \vec{a} . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль скорости v
 Б) путь, пройденный за время t со скоростью v

ФОРМУЛЫ

- 1) $v = v_0 - at$
- 2) $v = v_0 + at$
- 3) $s = v_0 t + \frac{at^2}{2}$
- 4) $s = v_0 t - \frac{at^2}{2}$

Ответ:

А	Б

19. Испускание какой частицы не сопровождается изменением зарядового и массового числа атомного ядра?
- 1) альфа-частицы
 - 2) бета-частицы
 - 3) гамма-кванта
 - 4) нейтрона

Ответ: .

20. Какие из приведённых ниже утверждений описывают планетарную модель строения атома, предложенную Эрнестом Резерфордом?

А. В центре каждого атома имеется положительно заряженное ядро радиусом $\sim 10^{-15}$ м, вокруг него на расстояниях $\sim 10^{-10}$ м подобно планетам, обращающимся вокруг Солнца, движутся отрицательно заряженные электроны.

Б. Почти вся масса атома сосредоточена в атомном ядре.

1) только А

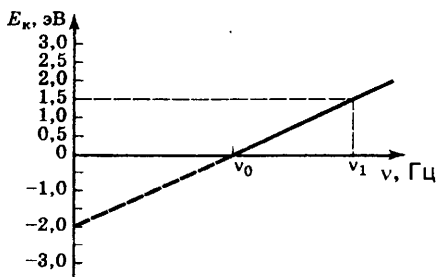
3) А и Б

2) только Б

4) ни А, ни Б

Ответ: .

21. График на рисунке представляет зависимость максимальной энергии фотоэлектронов от частоты падающих на катод фотонов. Определите по графику энергию фотона с частотой ν_1 .



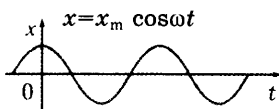
Ответ: _____ эВ

22. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин.

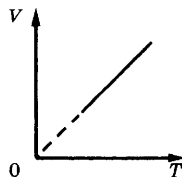
Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

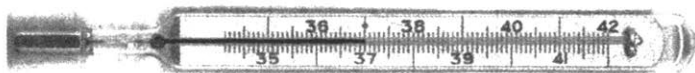
- 1) зависимость объёма от давления газа при постоянной температуре
- 2) зависимость объёма идеального газа от абсолютной температуры
- 3) зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты изменений вынуждающей силы постоянной амплитуды
- 4) зависимость координаты от времени

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б

23. Как записать показания ртутного термометра, если считать, что при снятии показаний экспериментатор не ошибается, а за абсолютную погрешность измерений он принял цену деления термометра?

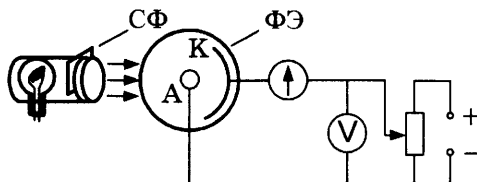


- 1) $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2) $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 3) $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 4) $37\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ответ: .

24. Для определения работы выхода электрона катод фотоэлемента осветили светом известной длины волны λ , между катодом и анодом приложили задерживающее напряжение U_3 . Для этого соединили анод с отрицательным полюсом источника напряжения, а катод — с положительным. При постепенном увеличении напряжения работа сил электрического поля, тормозящего движение фотоэлектронов, стала равна максимальной кинетической

энергии фотоэлектронов: $eU_3 = \frac{mv_{\text{макс}}^2}{2}$, где e — заряд электрона. При выполнении этого условия ни один фотоэлектрон не смог достигнуть анода, сила фототока обратилась в нуль.



В одном из опытов были получены следующие результаты:

λ , нм	U_3 , В	A , эВ
420	0,64	?

Какого цвета светофильтр был использован в этой серии измерений? Чему равна работа выхода?

Выберите утверждение, соответствующее результатам экспериментального исследования.

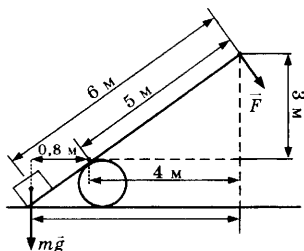
- 1) Светофильтр синего цвета, работа выхода равна примерно 2,3 эВ.
- 2) Светофильтр красного цвета, работа выхода равна примерно 2,3 эВ.
- 3) Светофильтр синего цвета, работа выхода равна примерно 3 эВ.
- 4) Светофильтр красного цвета, работа выхода равна примерно 3 эВ.

Ответ: .

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

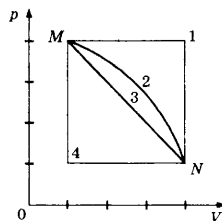
25. Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Вектор силы \vec{F} перпендикулярен рычагу. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Если модуль силы \vec{F} равен 120 Н, то чему равен модуль силы тяжести, действующей на груз?



Ответ: _____ Н

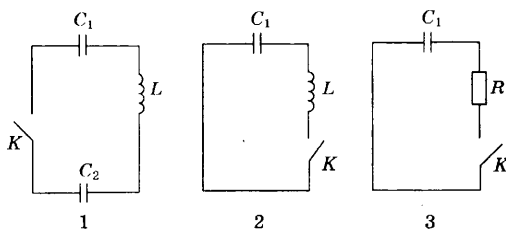
26. Переход газа из состояния M в состояние N (см. рис.) совершается различными способами: 1, 2, 3, 4.

В каком случае работа газа максимальна?



Ответ: _____

27. На рисунке представлены схемы трёх электрических цепей, во всех трёх конденсатор C_1 заряжен, конденсатор C_2 в первой цепи не заряжен. В какой из трёх цепей при замыкании ключа K возникнут электромагнитные колебания? Индуктивностью проводов пренебречь.



Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $9\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды из воздуха может начинаться при различных значениях температуры воздуха.

**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

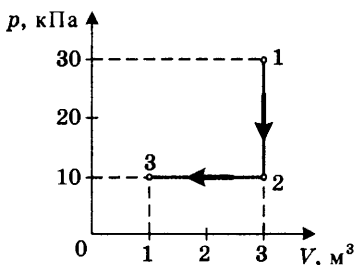
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 80 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если при скорости 10 м/с , направленной вертикально вверх, сила нормального давления человека на сиденье тележки равна 1600 Н ? Ускорение свободного падения равно 10 м/с^2 .

30. На диаграмме (см. рис.) представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



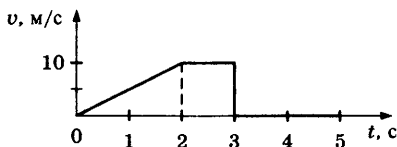
31. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление гальванического элемента.
32. Для наблюдения явления интерференции света используется точечный источник света и небольшой экран с двумя малыми отверстиями у глаза наблюдателя. Оцените максимальное расстояние d между малыми отверстиями в экране, при котором может наблюдаться явление интерференции света. Разрешающая способность глаза равна $1'$, длина световой волны $5,8 \cdot 10^{-7}$ м.

ВАРИАНТ 5

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v тела от времени t . Найдите путь, пройденный телом за время от момента времени 0 с до момента времени 5 с.



- 1) 0 м 2) 15 м 3) 20 м 4) 30 м

Ответ: .

2. Пловец плывёт по течению реки. Чему равна скорость пловца относительно берега, если скорость пловца относительно воды 0,4 м/с, а скорость течения реки 0,3 м/с?

Ответ: _____ м/с

3. Брусok массой 0,1 кг лежит неподвижно на доске, наклонённой к горизонтальной поверхности под углом $\alpha_0 = 27^\circ$. При малейшем увеличении угла наклона доски брусok начинает скользить вниз по доске. Чему равен коэффициент трения?

Ответ: _____

4. Атом массой m , движущийся со скоростью v , столкнулся с неподвижным атомом массой $2m$. Каким суммарным импульсом обладают два атома в момент столкновения?

Ответ: _____

5. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Во сколько раз нужно увеличить расстояние между центрами шаров с массами $\frac{m_1}{2}$ и $2m_2$, чтобы сила притяжения уменьшилась в 9 раз?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца. Как изменяются перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время приближения кометы к Солнцу, если считать, что на нее действует только тяготение Солнца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

7. Сиденья каруселей вращаются на одном уровне от земли по окружности неизменного радиуса с неизменной линейной скоростью. Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время такого движения сидений и если изменяются, то как? Установите соответ-

стве между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

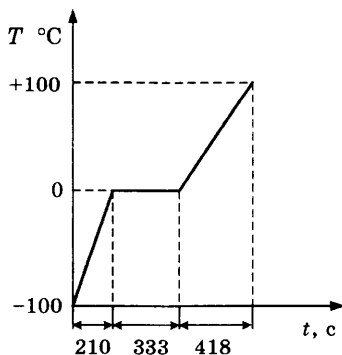
- | | |
|--------------------------|--|
| А) угловая скорость | 1) не изменяется |
| Б) ускорение | 2) увеличивается |
| В) кинетическая энергия | 3) уменьшается |
| Г) потенциальная энергия | 4) не изменяется по модулю, изменяется по направлению |
| | 5) не изменяется ни по модулю, ни по направлению |
| | 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению |
| | 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В	Г

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, сколько секунд длился процесс плавления льда.

- 1) 210 с 2) 333 с 3) 418 с 4) 961 с

Ответ: .

9. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. При этом внутренняя энергия газа

- 1) увеличилась на 400 Дж
2) увеличилась на 200 Дж
3) уменьшилась на 200 Дж
4) уменьшилась на 400 Дж

Ответ: .

10. Во сколько раз увеличится давление идеального газа при уменьшении его объёма в 2 раза и увеличении его абсолютной температуры в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(а)

11. При быстром движении поршня в закрытом цилиндре воздушного насоса объём воздуха увеличился. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс расширения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) температура | 2) уменьшение |
| В) внутренняя энергия | 3) неизменность |

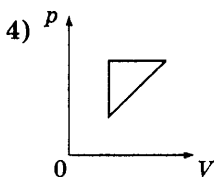
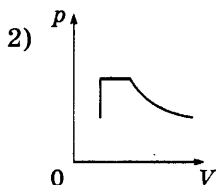
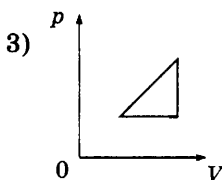
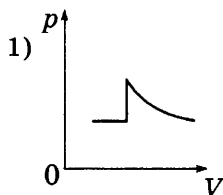
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объёме, затем при

постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Этим изменениям состояния газа соответствует график на рисунке



Ответ: .

13. Внутренняя энергия тела определяется

- 1) скоростью движения и массой тела
- 2) только кинетической энергией беспорядочного движения частиц, из которых состоит тело
- 3) только потенциальной энергией взаимодействия частиц, из которых состоит тело
- 4) кинетической энергией беспорядочного движения частиц и потенциальной энергией их взаимодействия

Ответ: .

14. При выдвигании из металлического кольца северного полюса постоянного магнита кольцо притягивается к магниту. Это означает, что

- 1) в кольце возникает индукционный ток, направленный по часовой стрелке при наблюдении со стороны магнита
- 2) в кольце возникает индукционный ток, направленный против часовой стрелки при наблюдении со стороны магнита
- 3) кольцо намагничивается, и возникший магнит обращён к выдвигаемому магниту северным полюсом

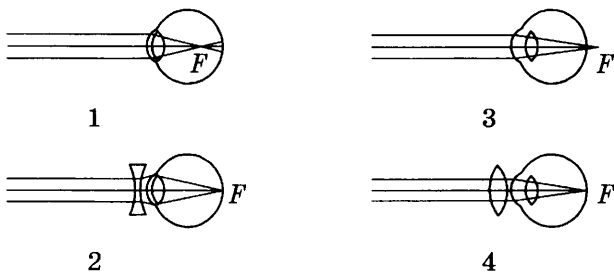
- 4) кольцо намагничивается, и возникший магнит обращён к выдвигаемому магниту южным полюсом

Ответ: .

15. Резистор 1 с электрическим сопротивлением 3 Ом и резистор 2 с электрическим сопротивлением 6 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение количества теплоты, выделяющегося на резисторе 1, к количеству теплоты, выделяющемуся на резисторе 2 за одинаковое время?

Ответ: _____

16. На рисунке представлены схемы хода лучей в глазу человека. Случаю близорукого глаза без очков соответствует схема



Ответ: .

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт с силой тока через эту лампу, напряжением и мощностью тока на ней при подключении параллельно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента и параллельно с первой лампой второй такой же?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. Скорость улетающей от Земли ракеты на высоте h равна v . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

А) потенциальная энергия

Б) кинетическая энергия

$$1) E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$2) A = Fs \cdot \cos \alpha$$

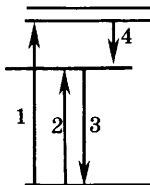
$$3) E = mgh$$

$$4) E_k = \frac{I\omega^2}{2}$$

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий поглощению атомами света наименьшей частоты?



Ответ: _____

20. Может ли ядро атома одного химического элемента самопроизвольно превратиться в ядро атома другого химического элемента?

1) может любое ядро

2) не может никакое ядро

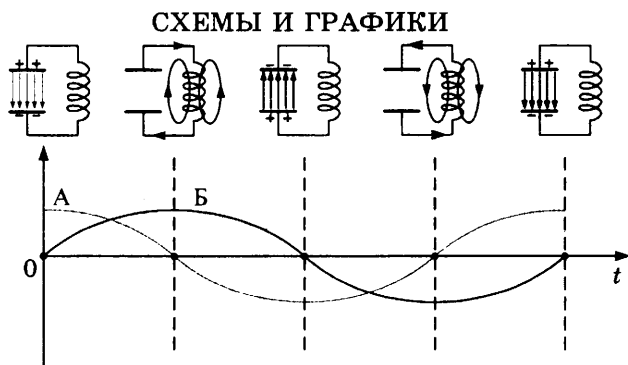
- 3) могут только ядра атомов радиоактивных изотопов
 4) могут только ядра атомов, стоящие за ураном в таблице Д.И. Менделеева

Ответ: .

21. Укажите условие красной границы фотоэффекта с поверхности тела с работой выхода A под действием света с частотой ν .

Ответ: _____

22. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный $\frac{1}{4}T$.



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

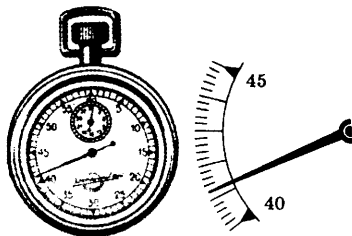
- 1) модуль силы тока в катушке максимален
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

23. На рисунке показан результат измерений периода колебаний математического маятника. Маятник совершил за это время 10 колебаний.

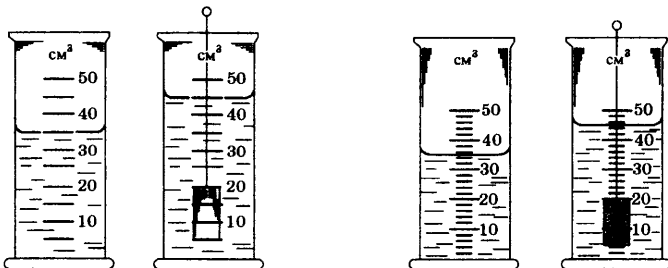


Чему равен период колебаний T маятника, если за погрешность измерений экспериментатор принял цену деления секундомера?

- 1) $(4,12 \pm 0,02)$ с 3) $(4,12 \pm 0,01)$ с
 2) $(4,12 \pm 0,2)$ с 4) $(4,12 \pm 0,1)$ с

Ответ: .

24. Чтобы как можно более точно найти объём тела путём его погружения в воду, учащимся было предложено провести измерения, используя два измерительных цилиндра с водой (см. рис.). Сравнивать результаты измерений учащиеся должны были с учётом абсолютных инструментальных погрешностей измерения и абсолютных погрешностей отсчёта. Каждую из учитываемых погрешностей условились считать равной цене деления измерительного цилиндра.



Первый цилиндр

Второй цилиндр

Отвечая на вопрос задания, экспериментаторы получили четыре разных результата.

Из представленных ниже записей выберите верное значение измеренного объёма тела, полученное с наименьшей погрешностью.

- 1) первый цилиндр $(10 \pm 10) \text{ см}^3$
- 2) первый цилиндр $(10 \pm 5) \text{ см}^3$
- 3) второй цилиндр $(10 \pm 4) \text{ см}^3$
- 4) второй цилиндр $(10 \pm 2) \text{ см}^3$

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. В лифте, движущемся вверх с ускорением 2 м/с^2 , находится пассажир массой 50 кг . Чему равен модуль силы тяжести, действующей на пассажира?

Ответ: _____ Н

26. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж . Насколько увеличилась при этом внутренняя энергия газа?

Ответ: _____ Дж

27. Колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 50 мкФ и катушки индуктивностью 2 Гн . Чему равна циклическая частота ω свободных электромагнитных колебаний?

Ответ: _____ рад/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в бане $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $29\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При повышении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана $29\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

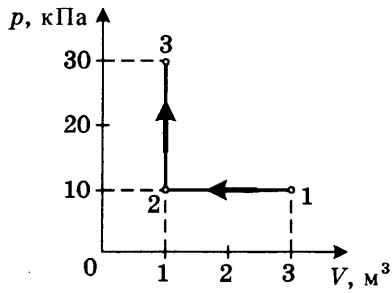
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 100 кг совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Когда вектор скорости был направлен вертикально вниз, сила нормального давления человека на сиденье была 2000 Н . Найдите скорость тележки в этой точке при радиусе круговой траектории 5 м . Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .
30. На диаграмме (см. рис.) представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. В однородном магнитном поле с индукцией $1,67 \cdot 10^{-5}$ Тл протон движется перпендикулярно вектору индукции \vec{B} со скоростью 8 км/с. Определите радиус траектории протона.
32. При взрыве термоядерной бомбы освобождается энергия $8,3 \cdot 10^{16}$ Дж. Эта энергия получается в основном за счёт деления ядер урана-238. При делении одного ядра урана-238 освобождается 200 МэВ, масса ядра равна примерно 238 а.е.м. Вычислите массу ядер урана, испытывших деление при взрыве, и суммарный дефект массы.

ВАРИАНТ 6

Часть 1

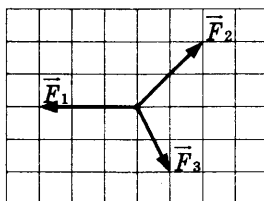
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. При прямолинейном движении зависимость пройденного телом пути s от времени t имеет вид: $s = 5 + 2t + 4t^2$. Скорость тела в момент времени $t = 2$ с при таком движении равна

- 1) 25 м/с 3) 18 м/с
2) 21 м/с 4) 10 м/с

Ответ: .

2. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Чему равно ускорение этой точки, если модуль силы F_1 равен 3 Н?



Ответ: _____ м/с²

3. Груз массой m на пружине совершает свободные колебания. При этих колебаниях скорость груза периодически достигает максимального значения v . Груз, пройдя положение равновесия, через четверть периода максимально удалился от положения равновесия. Чему при этом стал

равен модуль кинетической энергии груза? Потерями энергии в процессе колебаний пренебречь.

Ответ: _____

4. Вагон массой m , движущийся со скоростью v , сталкивается с таким же вагоном, движущимся с такой же скоростью в противоположном направлении. Каков модуль суммарного импульса двух вагонов в момент столкновения? Столкновение считать упругим, взаимодействие вагонов с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: _____

5. Во сколько раз сила притяжения, действующая на груз массой 10 кг, который поднят от поверхности Земли на высоту, равную радиусу Земли, меньше силы притяжения, действующей на тот же груз на её поверхности?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре. Если её отклонить от положения равновесия на 10 см, а затем отпустить, она совершает свободные колебания, как математический маятник. Что произойдёт с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой её колебаний, если начальное отклонение гири будет равно 5 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 3) не изменится
2) уменьшится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	
Частота	
Максимальная потенциальная энергия гири	

7. Теннисный мяч брошен вертикально вверх и затем падает. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время движения мяча

вниз и если изменяются, то как? Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

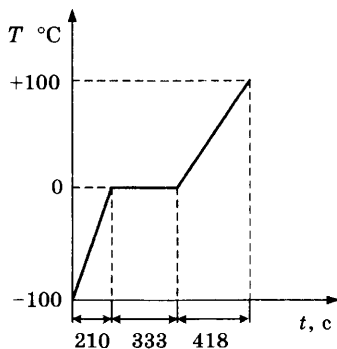
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$, при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплопередачи определите удельную теплоемкость воды.

- 1) 4180 Дж/(кг · °С) 3) 2100 Дж/(кг · °С)
2) 3330 Дж/(кг · °С) 4) 10 Дж/(кг · °С)

Ответ: .

9. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна

- 1) 400 Дж 3) -400 Дж
2) 200 Дж 4) -100 Дж

Ответ: .

10. Если при сжатии объём идеального газа уменьшился в 2 раза, а давление газа увеличилось в 4 раза, то во сколько раз увеличилась при этом абсолютная температура газа?

Ответ: в _____ раз(а)

11. При быстром движении поршня в цилиндре дизельного двигателя объём воздуха уменьшился. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) температура | 2) уменьшение |
| В) внутренняя энергия | 3) неизменность |

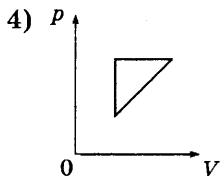
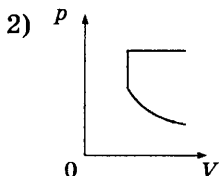
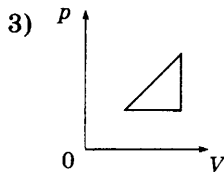
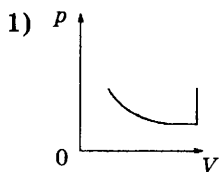
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объеме, затем

при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях $p-V$ соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: .

13. Электрический ток в растворах солей и кислот создаётся упорядоченным движением

- 1) только положительных ионов
- 2) только отрицательных ионов
- 3) только электронов
- 4) положительных и отрицательных ионов

Ответ: .

14. На рисунке представлены магнитные линии поля вокруг двух прямых проводников с постоянным током. Проводники расположены перпендикулярно плоскости рисунка, их сечения изображены кружками в центрах окружностей, изображающих магнитные линии. Каково направление тока в каждом из этих проводов?

- 1) в 1 — к наблюдателю, в 2 — от наблюдателя
- 2) в 1 — от наблюдателя, в 2 — к наблюдателю
- 3) в 1 и 2 — к наблюдателю
- 4) в 1 и 2 — от наблюдателя

18. Частица с положительным зарядом q , двигавшаяся равномерно и прямолинейно с некоторой скоростью v , влетела в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} перпендикулярно линиям индукции. Траекторией её движения стала окружность. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) радиус окружности

Б) период обращения

$$1) T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$2) B = \frac{F_m}{qv}$$

$$3) T = \frac{2\pi m}{qB}$$

$$4) R = \frac{mv}{qB}$$

$$5) R = \frac{v^2}{a}$$

Ответ:

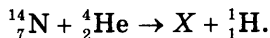
А	Б

19. На основании исследования явления рассеяния альфа-частиц при прохождении через тонкие слои вещества Резерфорд сделал вывод, что

- 1) альфа-частицы являются ядрами атомов гелия
- 2) альфа-распад является процессом самопроизвольного превращения ядра одного химического элемента в ядро другого элемента
- 3) внутри атомов имеются положительно заряженные ядра очень малых размеров, вокруг ядер обращаются электроны
- 4) при альфа-распаде атомных ядер выделяется ядерная энергия, значительно большая, чем в любых химических реакциях

Ответ: .

20. При столкновении α -частицы с ядром атома азота произошла ядерная реакция:



Ядро какого изотопа X было получено в этой реакции?

- | | |
|------------------------|----------------------------|
| 1) ${}^{17}_8\text{O}$ | 3) ${}^{19}_9\text{F}$ |
| 2) ${}^{16}_8\text{O}$ | 4) ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ |

Ответ: .

21. Свет в прозрачной среде с абсолютным показателем преломления n имеет длину волны λ . Какова длина волны λ_1 этого света в вакууме?

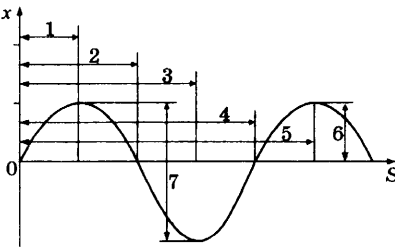
Ответ: _____

22. График на рисунке представляет зависимость координаты x точек среды, в которой распространяется волна, от расстояния s до источника колебаний. Какими стрелками на графике правильно отмечены амплитуда колебаний (A) и длина волны (B)?

ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

ГРАФИК

А) амплитуда колебаний



Б) длина волны

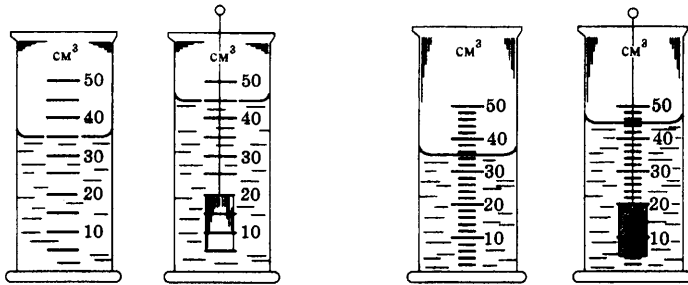
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

23. Чтобы как можно более точно найти объём тела путём его погружения в воду, учащимся было предложено провести измерения, используя два измерительных цилиндра с водой (см. рис.) Сравнить результаты измерений учащиеся должны были с учётом абсолютных инструментальных

погрешностей измерения и абсолютных погрешностей отсчёта. Каждую из учитываемых погрешностей условились считать равной цене деления измерительного цилиндра.



Первый цилиндр

Второй цилиндр

Отвечая на вопрос задания, экспериментаторы получили четыре разных результата.

Из представленных ниже записей выберите значение измеренного объёма тела, полученное с наибольшей погрешностью.

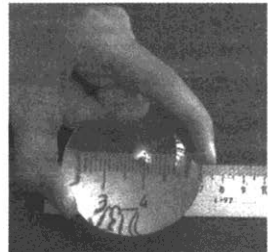
- 1) первый цилиндр $(10 \pm 10) \text{ см}^3$
- 2) первый цилиндр $(10 \pm 5) \text{ см}^3$
- 3) второй цилиндр $(10 \pm 4) \text{ см}^3$
- 4) второй цилиндр $(10 \pm 2) \text{ см}^3$

Ответ: .

24. Цена деления ученической линейки, показанной на рисунке, равна

- 1) 1 см
- 2) 0,5 см
- 3) 1 мм
- 4) 0,5 мм

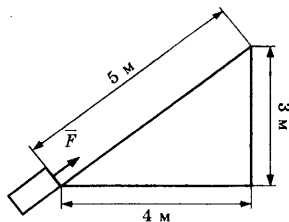
Ответ: .



Часть 2

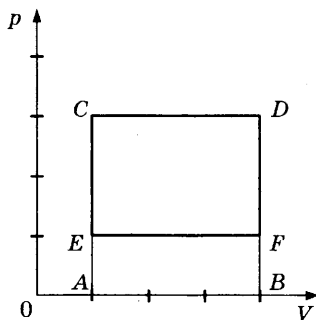
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх на наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила \vec{F} против действия силы трения? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с^2 , коэффициент трения $\mu = 0,5$.



Ответ: _____ Дж

26. На рисунке дан график изменения состояния идеального газа в координатах p — V . C — начало цикла. Определите связь между работой A' газа за один цикл и площадью фигур на данной диаграмме.



Ответ: _____

27. При измерении напряжения на выводах аккумулятора без нагрузки показания вольтметра 12 В, при подключении нагрузки 10 Ом показания вольтметра 10 В. Чему равно внутреннее сопротивление аккумулятора?

Ответ: _____ Ом

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $14\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Как изменится относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинаться при той же температуре стакана $14\text{ }^{\circ}\text{C}$?

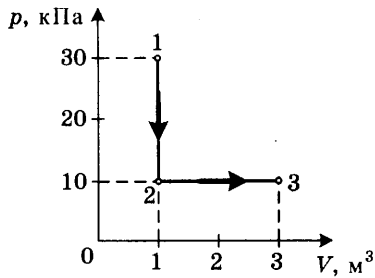
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости по круговой траектории радиусом 5 м . Какова сила давления человека на сиденье тележки при скорости прохождения нижней точки 10 м/с ? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



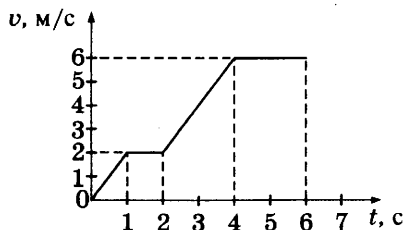
31. Катод фотоэлемента с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом частотой $1,0 \cdot 10^{15}$ Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией $8,3 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Чему равен максимальный радиус окружности R , по которой движутся электроны?
32. Бассейн глубиной 4 м заполнен водой, относительный показатель преломления на границе воздух–вода 1,33. Какой кажется глубина бассейна наблюдателю, смотрящему в воду вертикально вниз?

ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

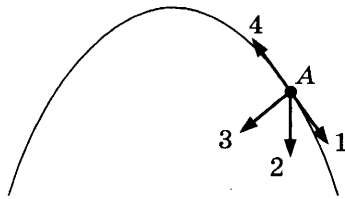
1. На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t . Определите по графику путь, пройденный автомобилем в интервале от момента времени 0 с до момента времени 5 с после начала движения.



- 1) 6 м 2) 15 м 3) 17 м 4) 23 м

Ответ: .

2. На рисунке показана траектория движения камня, брошенного под некоторым углом к горизонтальной поверхности земли. В точке А этой траектории вектор ускорения камня обозначен стрелкой 2; траектория движения тела и все векторы лежат в плоскости, перпендикулярной поверхности земли. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Какое направление имеет вектор равнодействующей всех сил, действующих на камень в системе отсчёта земли? В ответе укажите номер соответствующей стрелки.



Ответ: .

3. Математический маятник начинает совершать свободные колебания из точки максимального удаления от положения равновесия. Чему равна в этот момент кинетическая энергия маятника?

Ответ: _____

4. Человек массой m прыгает с горизонтальной скоростью v относительно земли из неподвижной лодки массой M на берег. Каков суммарный импульс лодки и человека относительно земли в момент перед отрывом человека от лодки? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.

Ответ: _____

5. Сила 10 Н сообщает телу ускорение 3 м/с^2 . Во сколько раз будет больше сила, сообщающая ускорение $1,5\text{ м/с}^2$ телу в четыре раза большей массы?

Ответ: в _____ раз(а)

6. Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время удаления кометы от Солнца и если изменяются, то как? Считаем, что на комету действует только сила тяготения Солнца.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению

- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

7. Спортсмен исполняет на турнике обороты 360° . Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время движения центра масс спортсмена вниз из стойки вверх до прохождения положения равновесия и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Влиянием сопротивления воздуха пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

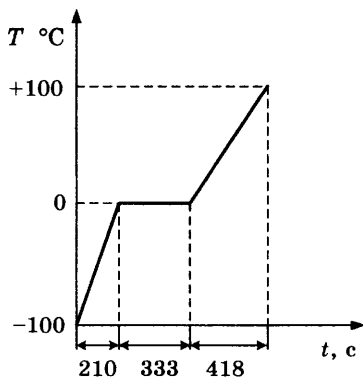
- | | |
|--------------------------|------------------|
| А) скорость | 1) не изменяется |
| Б) ускорение | 2) увеличивается |
| В) кинетическая энергия | 3) уменьшается |
| Г) потенциальная энергия | |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

	А	Б	В	Г

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура $0,1$ кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре -100°C , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, сколько секунд длился процесс нагревания жидкой воды.

- 1) 210 с 2) 333 с 3) 418 с 4) 961 с

Ответ: .

9. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна

- 1) 400 Дж 3) -400 Дж
2) 200 Дж 4) -200 Дж

Ответ: .

10. В результате нагревания идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 5 раз. Во сколько раз увеличилась при этом абсолютная температура газа?

Ответ: в _____ раз(а)

11. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими адиабатный процесс сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

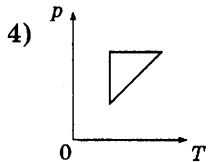
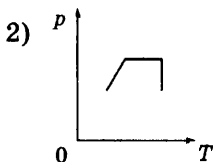
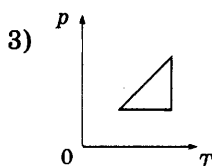
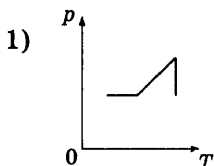
- | | |
|----------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) объём | 2) уменьшение |
| В) температура | 3) неизменность |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В

12. Идеальный газ сначала нагревался при постоянном объёме, потом его объём увеличивался при постоянном давлении, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях p — T на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: .

13. В атоме водорода электрон удерживается силами притяжения к протону вследствие

- 1) способности одного электрического заряда мгновенно действовать на любой другой электрический заряд на любом расстоянии
- 2) того, что вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические поля других зарядов
- 3) того, что вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические заряды
- 4) гравитационного взаимодействия

Ответ: .

14. Электромагнитной индукцией называется явление
- 1) возникновения магнитного поля в катушке при пропускании электрического тока через неё
 - 2) намагничивания железа с помощью постоянного магнита
 - 3) взаимного притяжения разноимённых полюсов магнитов
 - 4) возникновения электрического тока в катушке при изменении магнитного поля в ней

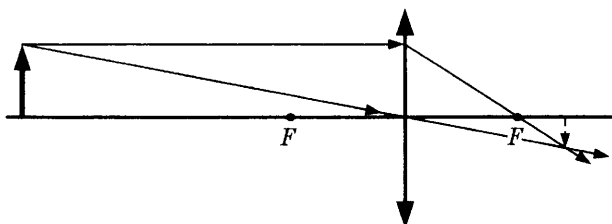
Ответ: .

15. При подключении резистора с электрическим сопротивлением 1 кОм к выводам источника тока с ЭДС 12 В сила тока в цепи была равна 6 мА . Чему равна сила тока в цепи при подключении к этому источнику резистора с сопротивлением 3 кОм ?

Ответ: _____ мА

16. На рисунке представлена схема хода лучей при получении изображения предмета с помощью линзы. Эта схема соответствует случаю использования линзы в качестве

- 1) лупы
- 2) объектива фотоаппарата
- 3) очков близоручного человека
- 4) объектива проекционного аппарата



Ответ: _____

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа. Что произойдёт с напряжением на этой лампе, мощностью тока на ней и силой тока в лампе при подключении параллельно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Напряжение	Мощность	Сила тока

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ФОРМУЛЫ**

А) электрическое напряжение

Б) сила гравитационного взаимодействия

В) давление

$$1) F = G \frac{mM}{r^2}$$

$$2) U = \frac{A}{q}$$

$$3) F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$4) U = \frac{q}{C}$$

$$5) p = \frac{F}{S}$$

Ответ:

А	Б	В

19. В результате электронного β -распада ядра атома элемента с зарядовым числом Z получается ядро атома элемента с зарядовым числом

1) $Z - 2$

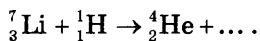
3) $Z - 1$

2) $Z + 1$

4) $Z + 2$

Ответ: .

20. Укажите второй продукт ядерной реакции:



- 1) ${}^1_0\text{n}$ 2) e 3) ${}^1_1\text{H}$ 4) ${}^4_2\text{He}$

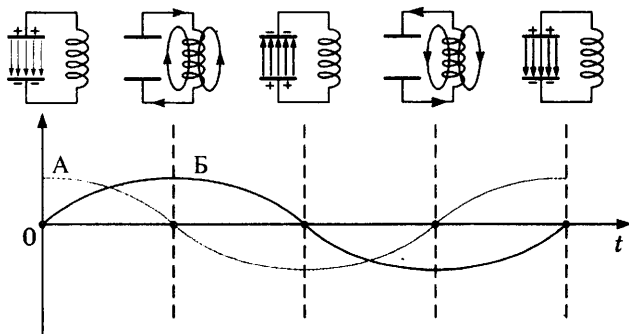
Ответ: .

21. При освещении металлической пластины с работой выхода A монохроматическим светом частотой ν происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобождаемых электронов равна $E_{\text{макс}}$. Каким будет значение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов при освещении этим же монохроматическим светом пластины с работой выхода $2A$, если фотоэффект происходит?

Ответ: _____

22. Схемы и графики на рисунке иллюстрируют свободные электромагнитные колебания. Колебания в контуре возникли при подключении концов катушки к обкладкам заряженного конденсатора (первая схема слева). Установите соответствие между графиками А и Б и значениями физических величин в момент, равный $\frac{1}{2}T$.

СХЕМЫ И ГРАФИКИ



ЗНАЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- 1) модуль силы тока в катушке максимален

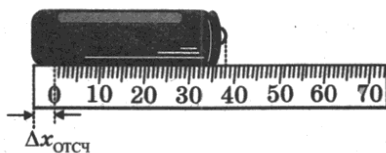
- 2) модуль напряжения между обкладками конденсатора максимален
- 3) сила тока в катушке равна нулю
- 4) напряжение между обкладками конденсатора равно нулю

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

23. На рисунке представлено, как измерялась длина гальванического элемента с помощью измерительной линейки. С учётом выявленной погрешности ($\Delta x_{\text{отсч}} = 4 \text{ мм}$) определите, чему равна длина гальванического элемента.



- 1) 42 мм
- 2) 40 мм
- 3) 38 мм
- 4) 34 мм

Ответ: .

24. На рисунке показан конечный результат опыта по превращению механической энергии в тепловую энергию. Термометр, вставленный в пластилин, показывает температуру пластилина после удара шара, который упал с некоторой высоты. Начальная температура пластилина была равна $20,3 \text{ }^\circ\text{C}$.



Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $16\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана $16\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

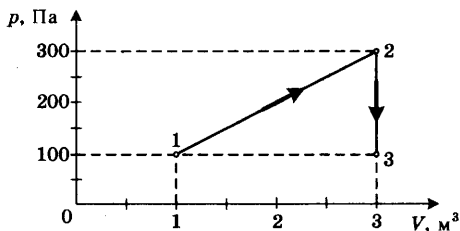
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью двигалась тележка в нижней точке круговой траектории радиусом 5 м , если в этой

точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 2100 Н? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .

30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. При коротком замыкании выводов гальванического элемента сила тока в цепи равна 2 А. При подключении к выводам гальванического элемента электрической лампы электрическим сопротивлением 3 Ом сила тока в цепи равна 0,5 А. По результатам этих экспериментов определите ЭДС гальванического элемента.
32. Фотокатод с работой выхода $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж освещается светом с длиной волны 300 нм. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле индукцией $7,87 \cdot 10^{-4}$ Тл перпендикулярно вектору индукции. Чему равен максимальный радиус окружности R, по которой движутся электроны?

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. При прямолинейном движении зависимость пройденного телом пути s от времени t имеет вид: $s = 4t + t^2$. Скорость тела в момент времени $t = 2$ с при таком движении равна
- 1) 12 м/с 3) 6 м/с
2) 8 м/с 4) 4 м/с

Ответ: .

2. Под действием одной силы \vec{F}_1 тело движется с ускорением 4 м/с^2 . Под действием другой силы \vec{F}_2 , направленной противоположно силе \vec{F}_1 , ускорение тела равно 3 м/с^2 . С каким ускорением будет двигаться тело при одновременном действии сил \vec{F}_1 и \vec{F}_2 ?

Ответ: _____ м/с^2

3. Первая гиря массой 4 кг , подвешенная на стальной пружине, совершает свободные колебания с периодом 2 с . С каким периодом будет совершать свободные колебания вторая гиря массой 1 кг , подвешенная вместо первой на этой же пружине? Потерями энергии в процессе колебаний пренебречь.

Ответ: _____ с

4. Вагон массой m , движущийся со скоростью v , сталкивается с неподвижным вагоном массой $2m$. Каким суммарным импульсом обладают два вагона в момент столкнове-

ния? Взаимодействие вагонов с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: _____

5. Во сколько раз меньше сила гравитационного притяжения, действующая на тело на расстоянии $R\sqrt{2}$ от центра планеты радиусом R , чем у поверхности планеты?

Ответ: _____ раз(а)

6. Положительно заряженная альфа-частица, испущенная радиоактивным ядром, движется по направлению к атомному ядру, вектор скорости направлен под некоторым углом к прямой, соединяющей частицу с ядром. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время приближения частицы к ядру и если изменяются, то как?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	

7. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины для Марса, миновавшего афелий, и если изменяются, то как? Афелий — точка орбиты Марса, самая удалённая от Солнца.

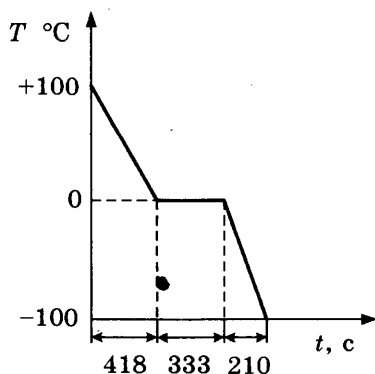
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в жидком состоянии при температуре +100 °С, при постоянной мощности теплоотвода 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплоотвода определите удельную теплоту кристаллизации воды.

- 1) 418 000 Дж/кг 3) 210 000 Дж/кг
2) 333 000 Дж/кг 4) 1000 Дж/кг

Ответ: .

9. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна

- 1) 400 Дж 3) -400 Дж
2) 200 Дж 4) -200 Дж

Ответ: .

10. Во сколько раз уменьшится средняя квадратичная скорость теплового движения молекул идеального газа при уменьшении абсолютной температуры в 4 раза?

Ответ: в _____ раз(а)

11. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс изотермического расширения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- А) давление 1) увеличение
Б) объём 2) уменьшение
В) температура 3) неизменность
Г) внутренняя энергия

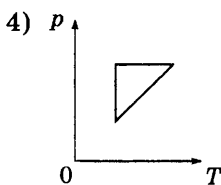
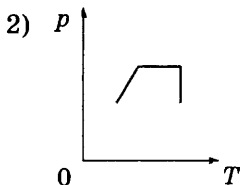
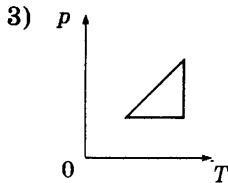
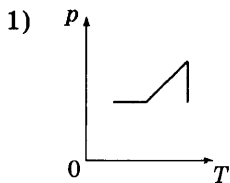
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объёме, за-

тем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в координатных осях $p-T$ на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: .

13. Мяч был брошен с поверхности земли вертикально вверх. Он достиг высшей точки траектории и затем упал на землю. Сопротивлением воздуха пренебрегаем. В какой момент времени движения полная механическая энергия мяча имела максимальное значение?

- 1) в момент начала движения вверх
- 2) в момент достижения верхней точки траектории
- 3) в момент падения на землю
- 4) в течение всего времени полёта полная механическая энергия была одинакова

Ответ: .

14. При движении вверх брошенного вертикально камня на пути 1 м его кинетическая энергия уменьшилась на 4 Дж. Какую работу совершила сила тяжести на этом пути и как изменилась потенциальная энергия камня?

- 1) работа силы тяжести равна +4 Дж, изменение потенциальной энергии камня +4 Дж

- 2) работа силы тяжести равна -4 Дж, изменение потенциальной энергии камня $+4$ Дж
- 3) работа силы тяжести равна $+4$ Дж, изменение потенциальной энергии камня -4 Дж
- 4) работа силы тяжести равна -4 Дж, изменение потенциальной энергии камня -4 Дж

Ответ: .

15. В процессе электролиза соляной кислоты при постоянном значении силы тока в цепи за 2 минуты ионы водорода принесли на катод положительный заряд 60 Кл, ионы хлора принесли на анод отрицательный заряд 60 Кл. Чему равна сила тока в цепи в этом процессе?

Ответ: _____ А

16. При падении узкого пучка света на зеркало угол отражения был равен 20° . При увеличении угла падения луча на зеркало на 10° чему стал равен угол его отражения?

Ответ: _____ градусов

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт с силой тока в цепи, напряжением на лампе и мощностью тока при подключении параллельно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
2) уменьшение
3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

А) количество теплоты

1) $Q = cm\Delta t$

Б) длина волны

2) $\bar{F} = m\bar{a}$

В) сила

3) $\lambda = vT$

4) $\lambda = \frac{Q}{m}$

5) $\bar{p} = m\bar{v}$

Ответ:

А	Б	В

19. В каком из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление импульса электрического тока в газе?

1) в счётчике Гейгера

2) в камере Вильсона

3) в фотоэмульсии

4) в сцинтилляционном счётчике

Ответ: .

20. Для какой цели в ядерных реакторах применяются замедлители?

1) замедление нейтронов уменьшает вероятность деления ядер урана ${}_{92}^{238}\text{U}$

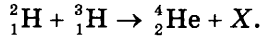
2) замедление нейтронов увеличивает вероятность деления нейтронами ядер ${}_{92}^{235}\text{U}$

3) замедление нейтронов увеличивает вероятность деления ядер урана ${}_{92}^{238}\text{U}$

4) замедление нейтронов уменьшает вероятность деления нейтронами ядер ${}_{92}^{235}\text{U}$

Ответ: .

21. При высоких температурах возможен синтез ядер гелия из ядер изотопов водорода:



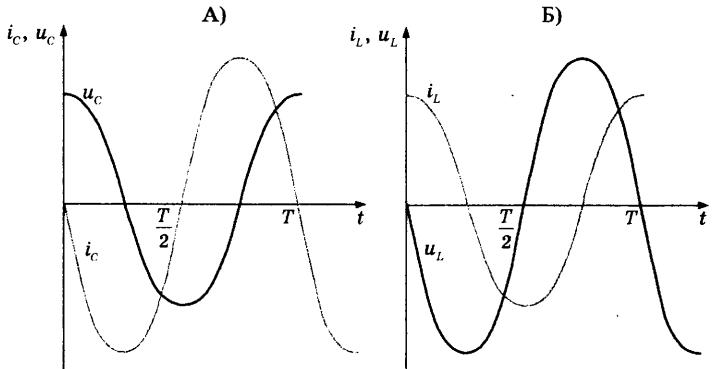
Какая частица X освобождается при осуществлении такой реакции?

- | | |
|-------------|-------------|
| 1) нейтрон | 3) протон |
| 2) нейтрино | 4) электрон |

Ответ: .

22. На графиках А и Б показаны изменения в зависимости от времени силы тока и напряжения на конденсаторе и на катушке в цепи переменного тока. Установите соответствие между графиками А и Б и соотношениями фаз колебаний напряжения и силы тока.

ГРАФИКИ



СООТНОШЕНИЕ ФАЗ КОЛЕБАНИЙ

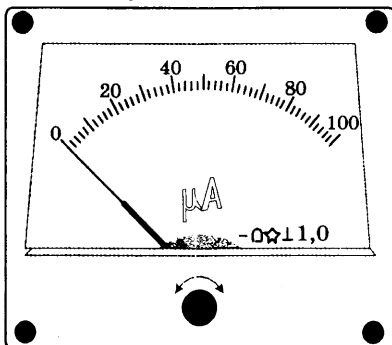
- колебания напряжения на конденсаторе отстают по фазе от колебаний силы тока в цепи на $\pi/2$
- колебания напряжения на конденсаторе опережают по фазе колебания силы тока в цепи на $\pi/2$
- колебания напряжения на катушке опережают по фазе колебания силы тока на $\pi/2$
- колебания напряжения на катушке отстают по фазе от колебаний силы тока на $\pi/2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

23. Надпись 1,0 на шкале микроамперметра показывает, что это прибор класса точности 1,0. Класс точности прибора показывает максимально возможную инструментальную относительную погрешность в процентах при отклонении стрелки на всю шкалу.

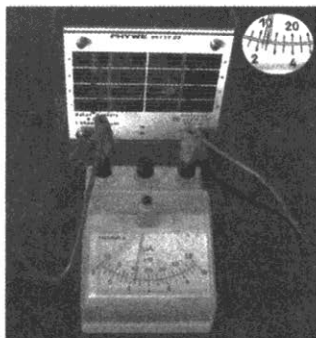


Определите максимальную абсолютную погрешность $\Delta_{\text{инстр}}$ этого прибора и цену деления прибора.

- 1) $\Delta_{\text{инстр}} = 1 \text{ мкА} , 20 \text{ мкА}$
- 2) $\Delta_{\text{инстр}} = 0,5 \text{ мкА} , 10 \text{ мкА}$
- 3) $\Delta_{\text{инстр}} = 1 \text{ мкА} , 2 \text{ мкА}$
- 4) $\Delta_{\text{инстр}} = 0,5 \text{ мкА} , 1 \text{ мкА}$

Ответ: .

24. На рисунке представлена электрическая цепь из фотоэлемента и микроамперметра для измерения силы тока. Включение соответствует использованию верхней шкалы прибора. Увеличенное изображение части шкалы прибора дано на рисунке справа сверху.



Определите по показаниям прибора силу тока в цепи, учитывая, что погрешность измерения равна половине цены деления микроамперметра.

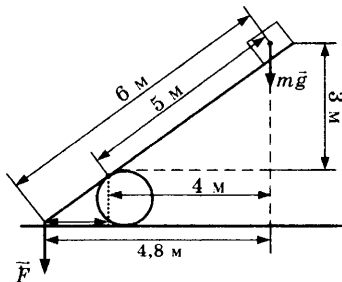
- 1) $I = 11,25 \pm 2,5 \text{ мкА}$
- 2) $I = 2,25 \pm 2,5 \text{ мкА}$
- 3) $I = 11,25 \pm 1,25 \text{ мкА}$
- 4) $I = 2,25 \pm 1,25 \text{ мкА}$

Ответ: .

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Под действием силы тяжести $m\vec{g}$ груза и силы \vec{F} рычаг, представленный на рисунке, находится в равновесии. Расстояния между точками приложения сил и точкой опоры, а также проекции этих расстояний на вертикальную и горизонтальную оси указаны на рисунке. Модуль силы тяжести, действующей на груз, равен 30 Н. Чему равен модуль силы \vec{F} ?



Ответ: _____ Н

26. Идеальный газ отдал количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая газом?

Ответ: _____ Дж

27. При параллельном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний силы тока через активное сопротивление оказалась $0,4 \text{ А}$, через конденсатор $0,3 \text{ А}$, через катушку $0,6 \text{ А}$. Считая конденсатор и катушку идеальными, определите амплитуду колебаний силы тока в общей цепи.

Ответ: _____ А

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $29 \text{ }^\circ\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $27 \text{ }^\circ\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

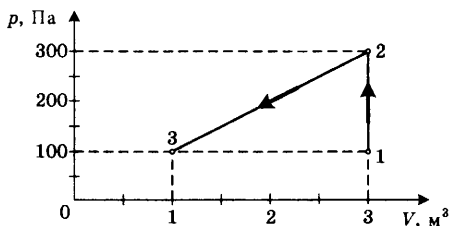
**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^\circ\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в нижней точке при движении тележки со скоростью 10 м/с сила давления человека на сиденье тележки была равна 1800 Н? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



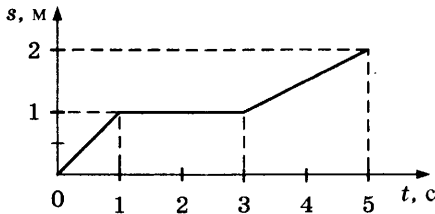
31. Ядро изотопа водорода ${}^2_1\text{H}$ — дейтерия — движется в однородном магнитном поле индукцией $3,34 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ перпендикулярно вектору \vec{B} индукции по окружности радиусом 10 м. Определите скорость ядра.
32. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно $4 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$ в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограмм вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

ВАРИАНТ 9

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

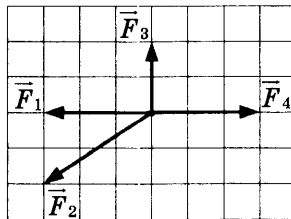
1. На рисунке представлен график зависимости пути s , пройденного велосипедистом, от времени t . Определите по графику скорость движения велосипедиста в интервале от момента времени 1 с до момента времени 3 с после начала движения.



- 1) 0 м/с
2) $\approx 0,33$ м/с
3) 0,5 м/с
4) 1 м/с

Ответ: .

2. На рисунке представлены четыре вектора сил. Модуль вектора силы \vec{F}_1 равен 3 Н. Чему равна равнодействующая сил \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 и \vec{F}_4 ?



Ответ: _____ Н

3. Сила притяжения между шарами с массами m_1 и m_2 , помещёнными на расстояние R между их центрами, равна F . Чему равна сила притяжения между шарами с массами $2m_1$ и $4m_2$, если расстояние между их центрами равно $2R$?

Ответ: _____

4. Человек массой m прыгает с горизонтально направленной скоростью v относительно земли из неподвижной лодки массой M на берег. Чему равна скорость лодки относительно земли в момент отрыва человека от лодки, если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало?

Ответ: _____

5. Во сколько примерно раз сила гравитационного притяжения Венеры к Солнцу больше, чем сила гравитационного притяжения Земли к Солнцу? Масса Земли примерно в 1,2 раза больше массы Венеры, расстояние Земли от Солнца примерно в 1,4 раза больше, чем расстояние Венеры от Солнца.

Ответ: в _____ раз(а)

6. Люстра подвешена к потолку на крючке. Установите соответствие между силами, перечисленными в первом столбце таблицы, и следующими характеристиками:

- 1) приложена к люстре
- 2) приложена к крючку
- 3) направлена вертикально вниз
- 4) направлена вертикально вверх

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести люстры	
Сила веса люстры	

7. Марс движется вокруг Солнца по эллиптической орбите. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины для Марса, миновавшего перигелий, и если изменяются, то как? Перигелий — точка орбиты Марса, самая приближённая к Солнцу.

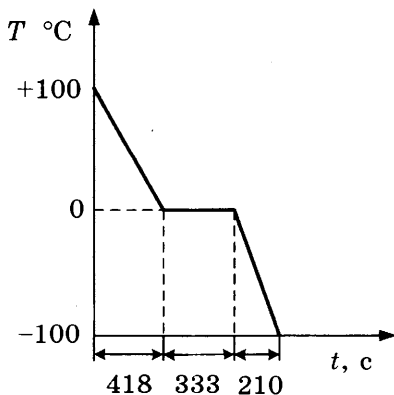
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю
- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в жидком состоянии при температуре +100 °С, при постоянной мощности теплоотвода 100 Вт.



По графику определите, сколько секунд длился процесс кристаллизации жидкой воды в лёд.

- 1) 210 с 3) 418 с
2) 333 с 4) 961 с

Ответ: .

9. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Работа, совершенная газом, равна

- 1) 100 Дж 3) -200 Дж
2) 200 Дж 4) 0 Дж

Ответ: .

10. Во сколько раз нужно уменьшить абсолютную температуру идеального газа, чтобы давление газа при постоянной концентрации его молекул уменьшилось в 7 раз?

Ответ: в _____ раз(а)

11. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими изохорный процесс охлаждения воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- А) давление 1) увеличение
Б) объём 2) уменьшение
В) температура 3) неизменность
Г) внутренняя энергия

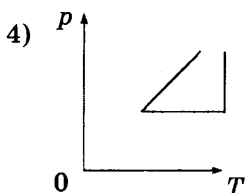
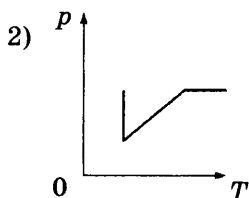
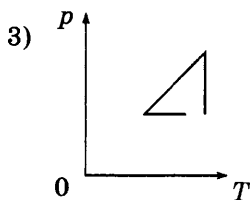
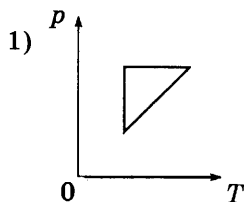
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В	Г

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объёме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков в

координатных осях $p-T$ на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ: .

13. Электризация нейтральных тел при соприкосновении объясняется тем, что

- 1) при соприкосновении тел возникают одноименные электрические заряды и распределяются между этими телами
- 2) от тела с большим электрическим зарядом часть зарядов переходит к телу с меньшим электрическим зарядом
- 3) часть электронов с оболочек атомов одного из тел переходит к атомам другого тела, тела приобретают при этом одноименные заряды
- 4) часть электронов с оболочек атомов одного из тел переходит к атомам другого тела, тела приобретают при этом разноименные заряды

Какое из приведённых выше утверждений верно?

Ответ: .

14. При пропускании постоянного тока через катушку вокруг неё возникло магнитное поле. Оно обнаруживается по

действию на магнитную стрелку и по способности намагничивать железный стержень, вставленный в катушку. В каком случае это магнитное поле исчезнет?

- 1) если убрать из катушки стальной стержень
- 2) если убрать магнитную стрелку
- 3) если убрать стальной стержень и магнитную стрелку
- 4) если выключить электрический ток в катушке

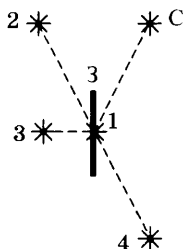
Ответ: .

15. Резисторы сопротивлениями 3 Ом, 6 Ом и 9 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение работ электрического тока, совершённых при прохождении тока через эти резисторы за одинаковое время?

Ответ: _____

16. Если источник света С находится перед плоским зеркалом З (см. рис.), то его изображение в зеркале находится в точке

- | | |
|------|------|
| 1) 1 | 3) 3 |
| 2) 2 | 4) 4 |



Ответ: .

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа. Что произойдёт с напряжением на этой лампе, мощностью тока на ней и силой тока в общей цепи при подключении последовательно с этой лампой второй такой же лампы?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение

3) неизменность

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Напряжение	Мощность	Сила тока

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ФОРМУЛЫ

А) скорость равномерного движения

$$1) F = G \frac{mM}{r^2}$$

Б) сила кулоновского взаимодействия

$$2) D = \frac{1}{F}$$

$$3) F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$4) v = \frac{s}{t}$$

$$5) v = at$$

Ответ:

А	Б

19. Изменится ли масса системы из одного свободного протона и одного свободного нейтрона после соединения их в атомное ядро?

- 1) не изменится
- 2) увеличится
- 3) уменьшится
- 4) сначала увеличится, затем вернётся к первоначальному значению

Ответ: .

20. Электрический ток в металлах создаётся упорядоченным движением

- 1) положительных ионов
- 2) отрицательных ионов
- 3) электронов
- 4) положительных и отрицательных ионов и электронов

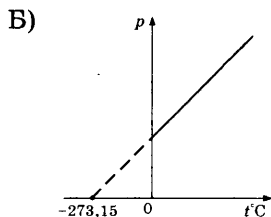
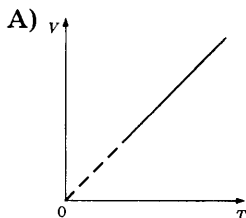
Ответ: .

21. Каким зарядовым числом обладает атомное ядро, возникшее в результате α -распада ядра атома элемента с зарядовым числом Z ?

Ответ: _____

22. Установите соответствие между графиками процессов в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (p — давление, V — объём, T — абсолютная температура, t — температура по шкале Цельсия). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФОРМУЛЫ

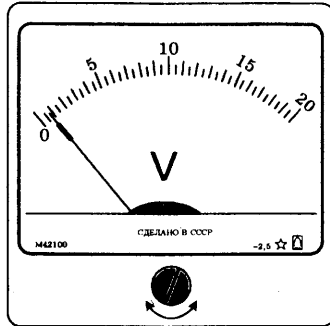
- 1) $p_t = p_0(1 + \alpha t)$, $V = \text{const}$
- 2) $V_t = V_0(1 + \alpha t)$, $p = \text{const}$
- 3) $pV = \text{const}$, $T = \text{const}$
- 4) $V_t = V_0\alpha T$, $p = \text{const}$
- 5) $p_t = p_0\alpha T$, $V = \text{const}$

Ответ:

А	Б

23. Надпись 2,5 справа внизу на шкале вольтметра показывает, что это прибор класса точности 2,5. Класс точности прибора показывает максимально возможную инструментальную относительную погрешность при отклонении стрелки на всю шкалу.

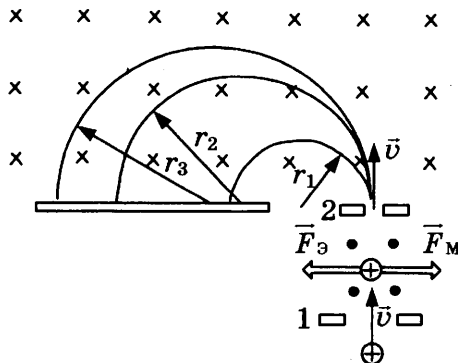
Определите максимальную абсолютную инструментальную погрешность $\Delta_{\text{инстр}}$ этого прибора и цену деления прибора.



- 1) $\Delta_{\text{инстр}} = 0,5 \text{ В}, 5 \text{ В}$ 3) $\Delta_{\text{инстр}} = 0,5 \text{ В}, 0,5 \text{ В}$
 2) $\Delta_{\text{инстр}} = 0,25 \text{ В}, 1 \text{ В}$ 4) $\Delta_{\text{инстр}} = 0,25 \text{ В}, 0,25 \text{ В}$

Ответ: .

24. На рисунке приведена схема масс-спектрометра и показаны траектории ионов. Из перечисленных ниже условий выберите необходимые для измерения массы иона.



1. Магнитное поле должно быть однородным с известной индукцией \vec{B} .

2. Должно быть известно значение скорости v , перпендикулярной вектору индукции.

3. Необходимо измерить радиус окружности, по которой ион движется.

- 1) все три условия 3) только второе и третье
 2) только первое и третье 4) только первое и второе

Ответ: .

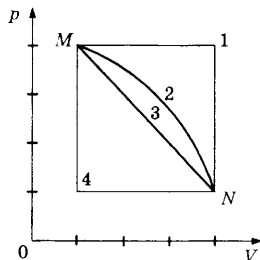
Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Гиря массой 4 кг, подвешенная на стальной пружине, совершает свободные колебания с периодом 2 с. С каким периодом будет совершать свободные колебания гиря массой 1 кг, подвешенная на этой пружине?

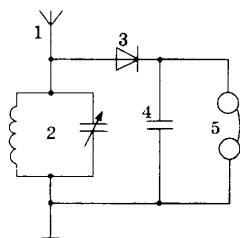
Ответ: _____ с

26. Переход газа из состояния N в состояние M (см. рис.) совершается различными способами: 1, 2, 3, 4. При каком способе работа над газом максимальна?



Ответ: _____

27. На рисунке изображена схема детекторного приёмника. С помощью какого элемента приёмника производится приём модулированных сигналов от различных радиостанций?



Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате $29\text{ }^{\circ}\text{C}$ на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана $25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

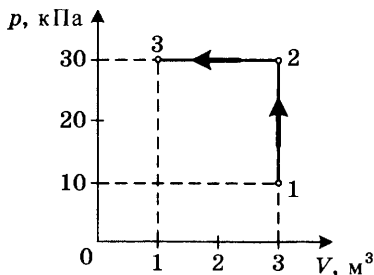
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сиденье тележ-

ки равна 700 Н при скорости движения тележки 10 м/с ?
Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. При коротком замыкании выводов аккумулятора сила тока в цепи равна 12 А . При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна 2 А . По результатам этих экспериментов определите внутреннее сопротивление аккумулятора.
32. Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ перпендикулярно линиям индукции этого поля и движется по окружности радиуса $R = 10 \text{ мм}$. Вычислите скорость электрона.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимость координаты x тела от времени t имеет вид:

$$x = 1 + 2t + 3t^2.$$

Проекция скорости тела на ось OX в момент времени $t = 3$ с при таком движении равна

- | | |
|-----------|-----------|
| 1) 34 м/с | 3) 11 м/с |
| 2) 20 м/с | 4) 2 м/с |

Ответ: .

2. На наклонной плоскости длиной 5 м и высотой 3 м неподвижно лежит груз массой 50 кг. Чему равен модуль силы тяжести, действующей на груз?

Ответ: _____ Н

3. Сила 10 Н сообщает телу ускорение 3 м/с². Какая сила сообщит телу в четыре раза большей массой ускорение 1,5 м/с² ?

Ответ: _____ Н

4. Атом водорода массой m , движущийся со скоростью v относительно Земли, сталкивается с таким же атомом, движущимся с такой же скоростью в противоположном направлении в этой системе отсчёта. Каким суммарным импульсом обладают два атома в этой системе отсчёта в момент столкновения? Взаимодействие атомов с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: _____

5. Во сколько **примерно** раз сила гравитационного притяжения Земли к Солнцу больше, чем сила гравитационного притяжения Марса к Солнцу? Масса Земли примерно в 9 раз больше массы Марса, отношение расстояния Земли от Солнца к расстоянию Марса от Солнца равно примерно 0,66. Округлить до целых.

Ответ: в _____ раз(а)

6. Брусок движется равномерно вверх по поверхности наклонной плоскости. Установите для силы трения соответствие между параметрами силы, перечисленными в левом столбце таблицы, и свойствами вектора силы:

- 1) перпендикулярно поверхности наклонной плоскости
- 2) вертикально вниз
- 3) против направления вектора скорости
- 4) вертикально вверх
- 5) обратно пропорционально площади поверхности бруска
- 6) пропорционально силе нормального давления
- 7) обратно пропорционально силе нормального давления
- 8) пропорционально площади поверхности бруска
- 9) не зависит от площади поверхности бруска

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Направление вектора	
Модуль вектора	

7. Искусственный спутник движется по эллиптической орбите вокруг Земли. Изменяются ли перечисленные в первом столбце таблицы физические величины во время удаления спутника от Земли и если изменяются, то как?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) только увеличивается по модулю
- 3) только уменьшается по модулю

- 4) увеличивается по модулю и изменяется по направлению
- 5) уменьшается по модулю и изменяется по направлению
- 6) увеличивается по модулю, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по модулю, не изменяется по направлению

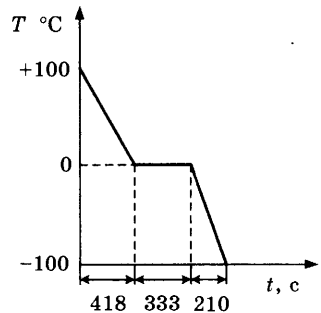
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	
Ускорение	
Кинетическая энергия	
Потенциальная энергия	
Полная механическая энергия	

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в жидком состоянии при температуре +100 °С, при постоянной мощности теплоотвода 100 Вт.

По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплопередачи определите удельную теплоёмкость воды.

- 1) 4180 Дж/(кг · °С)
- 2) 3330 Дж/(кг · °С)
- 3) 2100 Дж/(кг · °С)
- 4) 10 Дж/(кг · °С)



Ответ: .

9. Идеальная тепловая машина с КПД 20% за цикл работы отдаёт холодильнику 80 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

- 1) 100 Дж
- 2) 80 Дж
- 3) 20 Дж
- 4) 16 Дж

Ответ: .

10. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз при этом уменьшилось давление газа?

Ответ: в _____ раз(а)

11. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими процесс изотермического сжатия воздуха, перечисленными в первом столбце, и их изменениями во втором столбце.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

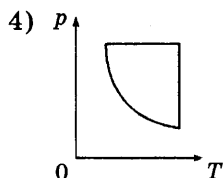
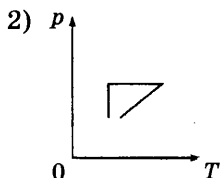
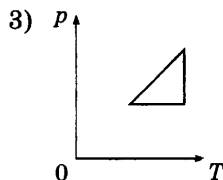
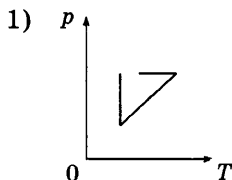
- | | |
|-----------------------|-----------------|
| А) давление | 1) увеличение |
| Б) температура | 2) уменьшение |
| В) внутренняя энергия | 3) неизменность |

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б	В

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала нагревался при постоянном объёме, потом его объём уменьшался при постоянном давлении, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа?

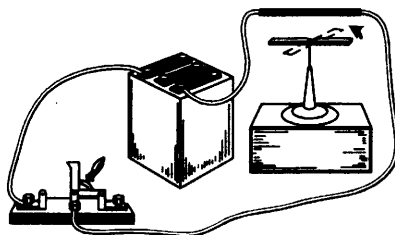


Ответ: .

13. Если тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью, то равнодействующая всех приложенных к нему сил
- 1) не равна нулю, постоянна по модулю и направлению
 - 2) не равна нулю, постоянна по модулю, но её направление изменяется со временем
 - 3) равна нулю
 - 4) равна нулю или постоянна по модулю и направлению

Ответ: .

14. На рисунке представлен вариант выполнения опыта Эрстеда. В опыте Эрстеда было обнаружено, что при пропускании электрического тока через проводник магнитная стрелка вблизи проводника поворачивается и после нескольких колебаний устанавливается
- 1) северным полюсом к проводнику с током
 - 2) южным полюсом к проводнику с током
 - 3) в направлении протекания тока в проводнике
 - 4) перпендикулярно проводнику с током

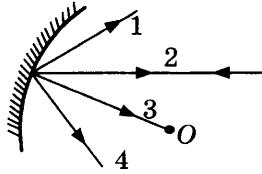


Ответ: _____

15. Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза больше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В?

Ответ: _____ В

16. Луч света падает на зеркальную поверхность цилиндра, ось цилиндра проходит через точку O (см. рис.). В каком направлении пойдёт отражённый луч?



Ответ: .

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдёт с силой тока в общей цепи, напряжением на этой лампе и мощностью тока на ней при подключении последовательно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента и последовательно с первой лампой второй такой же?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение 3) неизменность
2) уменьшение

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым эти величины определяются.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) скорость равноускоренного движения
Б) оптическая сила линзы

ФОРМУЛЫ

1) $F = G \frac{mM}{r^2}$

2) $D = \frac{1}{F}$

3) $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

4) $v = \frac{s}{t}$

5) $v = at$

Ответ:

А	Б

19. В начальный момент времени было 1000 атомных ядер изотопа с периодом полураспада 5 минут. Сколько ядер этого изотопа останется нераспавшимися через 10 минут?

1) 0

3) примерно 250

2) точно 250

4) примерно 750

Ответ: .

20. Сумма масс ядра изотопа кислорода ${}^{18}_8\text{O}$ и протона 1_1p меньше суммы масс ядра изотопа фтора ${}^{18}_9\text{F}$ и нейтрона 1_0n . Возможна ли в принципе ядерная реакция ${}^{18}_8\text{O} + {}^1_1p \rightarrow {}^{18}_9\text{F} + {}^1_0n$?

1) реакция невозможна

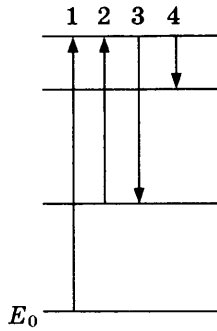
2) возможна только с поглощением энергии

3) возможна только с выделением энергии

4) возможна как с поглощением энергии, так и с выделением энергии

Ответ: .

21. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой цифрой обозначен переход, соответствующий испусканию атомом света наименьшей частоты?

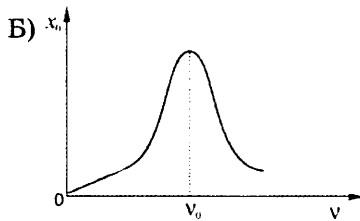
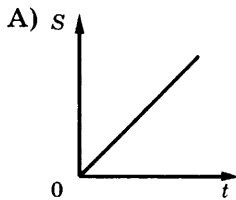


Ответ: _____

22. На графиках А и Б показаны зависимости одних физических величин от других физических величин.

Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже видами зависимости.

ГРАФИКИ



ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость объёма от давления газа при постоянной температуре
- 2) зависимость пути от времени при равномерном движении
- 3) зависимость амплитуды вынужденных колебаний от частоты изменений вынуждающей силы постоянной амплитуды

- 4) зависимость потенциальной энергии системы взаимодействующих молекул от расстояния между молекулами

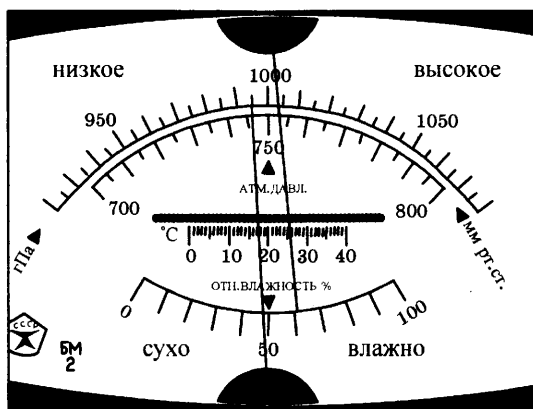
Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

23. На рисунке показана шкала универсального прибора, измеряющего величину атмосферного давления, температуру и влажность.

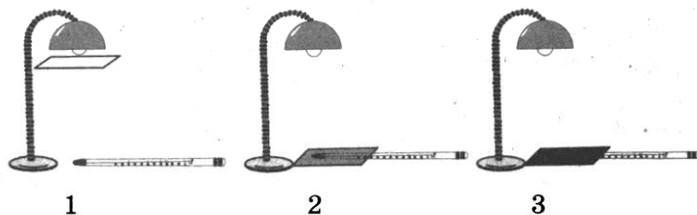
Снимите показания барометра и гигрометра.



- 1) атмосферное давление равно ≈ 995 гПа, влажность воздуха равна $\approx 61\%$
- 2) атмосферное давление равно ≈ 1003 гПа, влажность воздуха равна $\approx 61\%$
- 3) атмосферное давление равно ≈ 995 гПа, влажность воздуха равна $\approx 48\%$
- 4) атмосферное давление равно ≈ 1003 гПа, влажность воздуха равна $\approx 48\%$

Ответ: .

24. На рисунке показаны опыты по исследованию зависимости показаний термометра от внешних условий. Лампа используется в качестве «Солнца». Листы бумаги используются для изменений условий нагревания термометра.



В каком опыте термометр наиболее точно измеряет температуру воздуха?

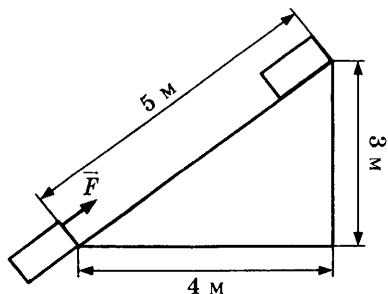
- 1) в первом
- 2) во втором
- 3) в третьем
- 4) опыты дадут примерно один и тот же результат

Ответ: .

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Тело массой 2 кг под действием силы \vec{F} перемещается вверх по наклонной плоскости на расстояние $l = 5$ м, расстояние тела от поверхности Земли при этом увеличивается на $h = 3$ м. Вектор силы \vec{F} направлен параллельно наклонной плоскости, модуль силы \vec{F} равен 30 Н. Какую работу при этом перемещении совершила сила тяжести? Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с², коэффициент трения $\mu = 0,5$.



Ответ: _____ Дж

26. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершённая газом?

Ответ: _____ Дж

27. В колебательном контуре из конденсатора и катушки индуктивностью 0,5 Гн происходят свободные электромагнитные колебания с циклической частотой $\omega = 1000 \text{ с}^{-1}$. Амплитуда колебаний силы тока в контуре 0,01 А. Чему равна амплитуда колебаний напряжения на катушке?

Ответ: _____ В

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате 29 °С на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если понизить температуру стакана до 7 °С. По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При повышении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температу-

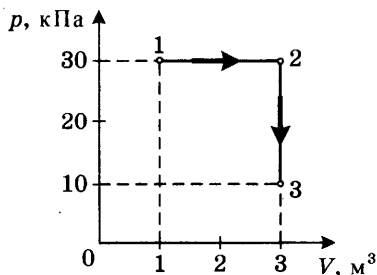
ре стакана $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	19	21	23	25	27	29	40	60
$p, \text{ гПа}$	22	25	28	32	36	40	74	200
$\rho, \text{ г/м}^3$	16,3	18,4	20,6	23,0	25,8	28,7	51,2	130,5

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мёртвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом $6,4\text{ м}$, чтобы в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 0 Н ? Ускорение свободного падения 10 м/с^2 .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объёма идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



31. В однородном магнитном поле, индукция которого $1,67 \cdot 10^{-5}$ Тл, протон движется перпендикулярно вектору магнитной индукции \vec{B} по окружности радиусом 5 м. Определите скорость протона.
32. Определите, какая частица X образуется при осуществлении ядерной реакции ${}_1^1\text{H} + {}_1^2\text{H} \rightarrow {}_2^3\text{He} + X$.

Используя таблицы в начале книги и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

Массы атомных ядер

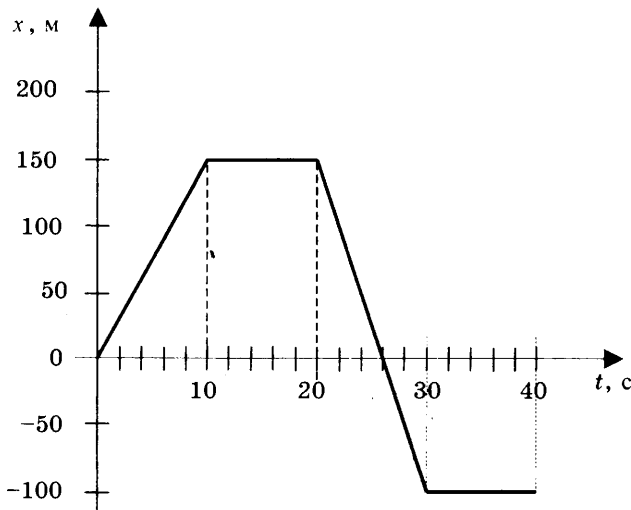
Атом- ный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}_1^1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}_1^2\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}_1^3\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}_2^3\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}_2^4\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюми- ний	${}_{13}^{27}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}_{15}^{30}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

ВАРИАНТ 11

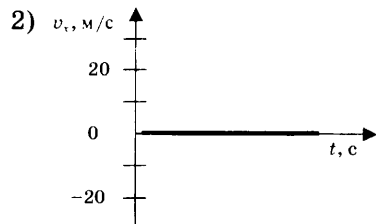
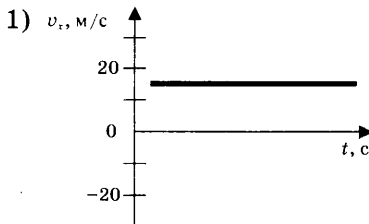
Часть 1

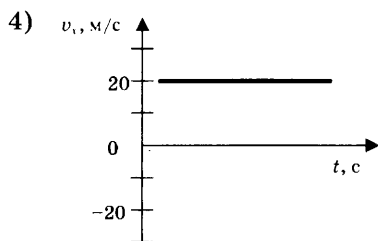
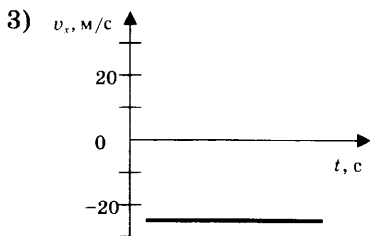
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости координаты прямолинейно движущегося тела от времени.



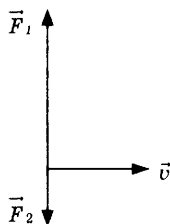
Проекция скорости тела в интервале времени от 14 до 20 с представлена на графике





Ответ: .

2. К телу, движущемуся горизонтально со скоростью \vec{v} в инерциальной системе отсчета, приложены две вертикальные силы \vec{F}_1 и \vec{F}_2 , как показано на рисунке. Как направлено ускорение тела в этой системе отсчета?



- 1) \uparrow 2) \rightarrow 3) \downarrow 4) \nearrow

Ответ: .

3. Брусок массой 5 кг движется по горизонтальной поверхности. Коэффициент трения бруска о поверхность равен 0,2. Какова сила трения скольжения, действующая на брусок?

Ответ: _____ Н

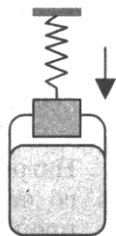
4. Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 100 м/с, попадает в покоящийся деревянный брусок массой 490 г и застревает в нём. С какой скоростью будет двигаться брусок сразу после попадания в него пули?

Ответ: _____ м/с.

5. Волна длиной 2 м распространяется по поверхности воды в озере со скоростью 4 м/с. Какова частота колебаний в волне?

Ответ: _____ Гц

6. Груз, подвешенный на пружине, погружают в сосуд с водой, как показано на рисунке. Как изменятся при погружении груза в воду растяжение пружины и действующая на груз сила тяжести?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

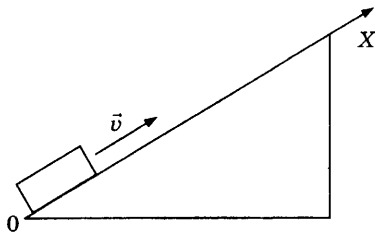
- 1) увеличится
2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Растяжение пружины	Сила тяжести

7. Бруску, находящемуся на наклонной плоскости, в момент $t = 0$ сообщили направленную вдоль оси X скорость (см. рис.). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение бруска, от времени.

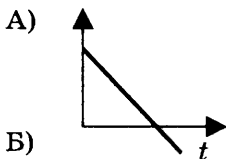


Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

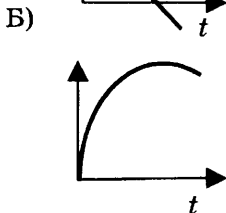
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) потенциальная энергия
2) кинетическая энергия
3) проекция ускорения на ось X
4) проекция скорости на ось X



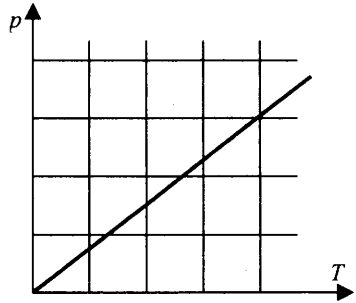
Ответ:

А	Б

8. Нагретый стальной брусок А привели в соприкосновение со стальным холодным бруском Б меньшего размера. В процессе установления теплового равновесия брусок А отдал количество теплоты Q . Брусок Б

- 1) отдал количество теплоты $Q_1 < Q$
- 2) получил количество теплоты $Q_1 < Q$
- 3) отдал количество теплоты $Q_1 = Q$
- 4) получил количество теплоты $Q_1 = Q$

9. На pT -диаграмме представлен процесс изменения состояния идеального одноатомного газа неизменной массы. В этом процессе газ получил 20 кДж теплоты.



Выберите утверждение, соответствующее этому процессу.

- 1) Работа газа равна нулю.
- 2) Работа газа равна 20 кДж.
- 3) Работа внешних сил равна 20 кДж.
- 4) Работа внешних сил равна 5 кДж.

Ответ: .

10. Относительная влажность воздуха в сосуде под поршнем составляет 25%. Какой станет относительная влажность этого воздуха при уменьшении объёма под поршнем в 2 раза при постоянной температуре?

Ответ: _____ %

11. Идеальный одноатомный газ в сосуде под подвижным поршнем охладил, уменьшив его температуру в 1,5 раза, и затем, зафиксировав поршень, добавили в сосуд количество газа, равное первоначальному. Как при этом изменились объём газа и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

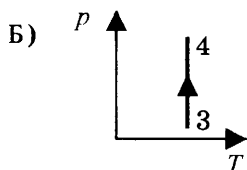
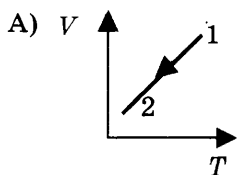
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Объём газа	Внутренняя энергия газа

12. На рисунках изображены графики процессов 1–2 и 3–4, происходящих с постоянным количеством идеального одноатомного газа. Установите соответствие между изображёнными в первом столбце графиками процессов и утверждениями, соответствующими этим процессам.

ГРАФИКИ



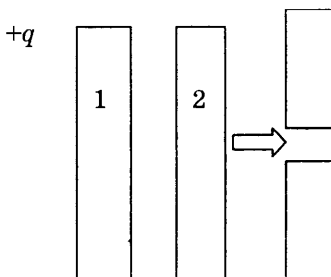
Ответ:

А	Б

УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) газ совершает положительную работу, внутренняя энергия газа не изменяется
- 2) над газом совершают работу, внутренняя энергия газа уменьшается
- 3) газ совершает отрицательную работу, внутренняя энергия газа не изменяется
- 4) над газом совершают работу, внутренняя энергия газа увеличивается

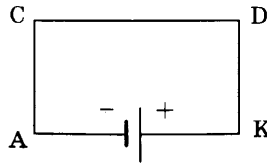
13. Металлическую пластину 1 зарядили положительно и поднесли к незаряженной металлической пластине 2. Если после этого пластину 2 разрезать горизонтально и раздвинуть ее верхнюю и нижнюю части, то о знаках зарядов верхней и нижней частей пластины 2 можно утверждать следующее:



- 1) заряд верхней части положительный, нижней части отрицательный
- 2) заряд верхней части отрицательный, нижней части положительный
- 3) заряд обеих частей отрицательный
- 4) заряд обеих частей равен нулю

Ответ: .

14. На рисунке показан проволочный прямоугольник АСДК, подключённый к источнику тока и помещённый в однородное магнитное поле с индукцией B , направленной перпендикулярно плоскости рисунка.

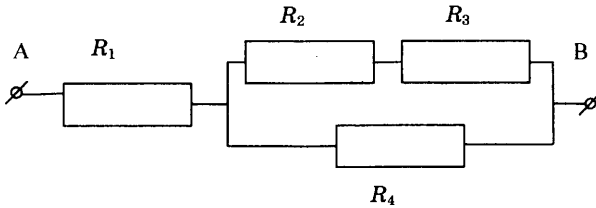


Сила, действующая со стороны магнитного поля на проводник DK, направлена

- 1) вверх 2) вниз 3) влево 4) вправо

Ответ: .

15. В представленной на рисунке электрической схеме сопротивления всех резисторов $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 30$ Ом. Напряжение между точками A и B $U_{AB} = 25$ В.



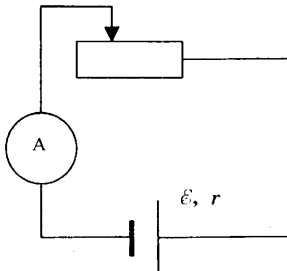
Чему равно напряжение на резисторе R_1 ?

Ответ: _____ В

16. Луч света падает на границу раздела двух сред под углом 30° к поверхности. Чему равен угол между падающим и отражённым лучами?

Ответ: _____ градусов

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока, реостата и амперметра. Как изменятся сопротивление реостата и сила тока в цепи при движении ползунка реостата вправо?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сопrotивление реостата	Сила тока

18. Электрический заряд q массой m движется сначала вдоль линий напряжённости электрического поля E , а затем попадает в магнитное поле с индукцией B , направленной перпендикулярно скорости заряда. Установите соответствие между записанными в первом столбце физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) ускорение заряда в электрическом поле
 Б) радиус траектории заряда в магнитном поле

1) $\frac{m\nu}{qB}$

2) $\frac{qE}{m}$

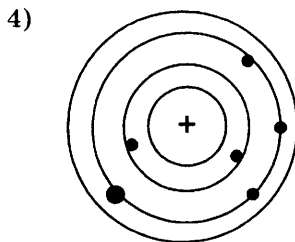
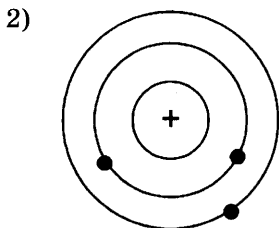
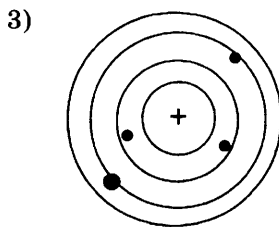
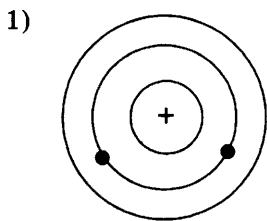
3) $\frac{mq}{B}$

4) $\frac{mE}{q}$

Ответ:

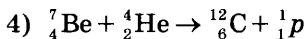
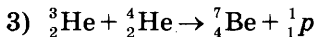
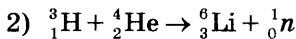
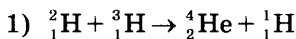
А	Б

19. На рисунке изображены схемы четырёх атомов. Электроны обозначены чёрными точками. Атому ${}^7_4\text{Be}$ соответствует схема



Ответ: .

20. В какой из четырёх приведённых записей ядерных реакций выполняется закон сохранения заряда?



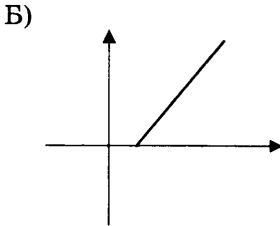
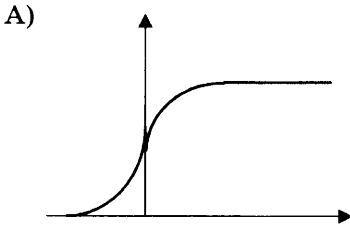
Ответ: .

21. Частота видимого света равна $0,5 \cdot 10^{15}$ Гц, частота рентгеновского излучения 10^{18} Гц. Чему равно отношение импульсов рентгеновского фотона и фотона видимого света?

Ответ: _____

22. При изучении фотоэффекта были получены некоторые зависимости. Установите соответствие между графиками А и Б и видами зависимостей.

ГРАФИКИ



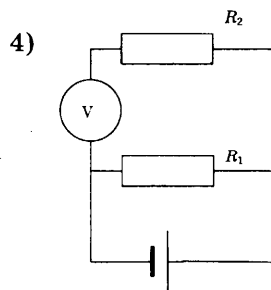
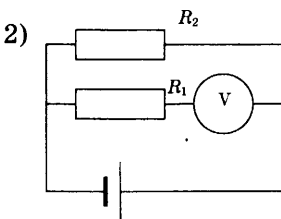
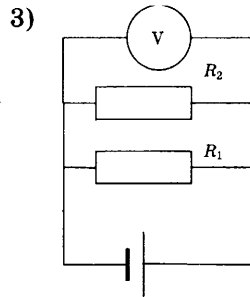
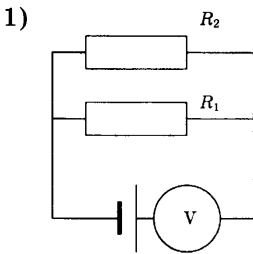
Ответ:

А	Б

ВИДЫ ЗАВИСИМОСТЕЙ

- 1) Зависимость тока насыщения от интенсивности света
- 2) Зависимость кинетической энергии электронов от частоты света
- 3) Зависимость фототока от напряжения
- 4) Зависимость тока насыщения от частоты света

23. Во время лабораторной работы необходимо было измерить напряжение на сопротивлении R_1 . Это можно сделать с помощью схемы



Ответ: .

24. Груз на пружине совершает малые вертикальные колебания. В таблице представлены результаты измерений смещения x груза относительно положения равновесия для различных моментов времени t .

$t, \text{ с}$	0	0,125	0,25	0,375	0,5	0,625	0,75	0,875	1,0
$x, \text{ см}$	2	1,4	0	-1,4	-2	-1,4	0	1,4	2

Выберите два верных утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Период колебаний равен 0,5 с.
2. Частота колебаний равна 1 Гц.
3. Скорость груза минимальна в момент времени $t = 0,75 \text{ с}$.
4. Кинетическая энергия груза максимальна только в момент времени $t = 0,25 \text{ с}$.
5. Кинетическая энергия груза максимальна в моменты времени $t = 0,25 \text{ с}$ и $t = 0,75 \text{ с}$.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Пуля вылетела из пружинного пистолета горизонтально с некоторой высоты. Через 1,5 с скорость пули оказалась направленной под углом 45° к горизонту. Чему равна начальная скорость пули?

Ответ: _____ м/с

26. Две частицы с одинаковыми зарядами и отношением масс $\frac{m_1}{m_2} = 2$ попадают в однородное магнитное поле, вектор

магнитной индукции которого перпендикулярен векторам скорости частиц. Кинетическая энергия первой частицы в 4 раза больше, чем у второй. Чему равно отношение ра-

диусов кривизны траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ первой и второй частиц

в магнитном поле? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____.

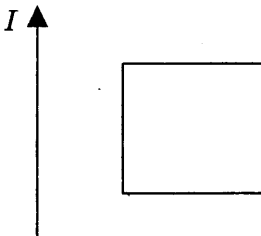
27. Карандаш высотой 9 см расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 50 см от линзы. Оптическая сила линзы 4 дптр. Найдите высоту изображения карандаша.

Ответ: _____ см

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На рисунке изображён длинный проводник с током, в плоскости которого располагается проволочная рамка. Направление тока в проводнике указано стрелкой. Почему при выключении и включении тока в проводнике ток в рамке будет иметь различные направления? Укажите стрелками направления тока в рамке, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.

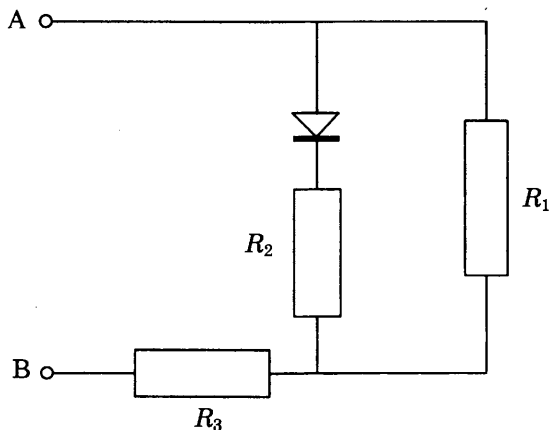


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Бруску, находящемуся на наклонной плоскости с углом наклона к горизонту 30° , сообщили направленную вверх вдоль наклонной плоскости скорость 5 м/с . Коэффициент трения между бруском и плоскостью $0,3$. Какое расстояние пройдёт брусок до остановки?
30. За какое время можно растопить в алюминиевой кастрюле массой 300 г $1,5 \text{ кг}$ льда, имеющего начальную температуру -5°C , на плитке мощностью 600 Вт с КПД 30% ?
31. Определите, какая мощность выделяется на сопротивлении R_1 участка цепи, показанного на рисунке,

- а) при подключении ЭДС $\mathcal{E} = 15 \text{ В}$ положительным полюсом к точке А, отрицательным полюсом — к точке В;
 б) при подключении ЭДС $\mathcal{E} = 15 \text{ В}$ положительным полюсом к точке В, отрицательным — к точке А.

Сопротивление $R_1 = 12 \text{ Ом}$, $R_2 = 8 \text{ Ом}$, $R_3 = 15 \text{ Ом}$. Внутренним сопротивлением источника пренебречь, сопротивление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, в обратном направлении очень велико.



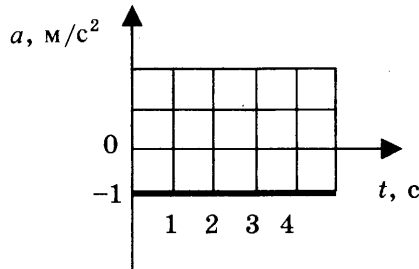
32. Покоящееся ядро урана испустило α -частицу. Кинетическая энергия α -частицы составила 6 МэВ . Зная массу α -частицы $m = 6,645 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ и массу образовавшегося ядра $M = 2,3 \cdot 10^{-25} \text{ кг}$, найдите скорость образовавшегося ядра.

ВАРИАНТ 12

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Используя график зависимости ускорения тела от времени, определите скорость тела через 3 секунды после начала движения, считая, что скорость тела в начальный момент равна 9 м/с.



- 1) 5 м/с
2) 6 м/с
3) 7 м/с
4) 9 м/с

Ответ: .

2. Сила тяжести, действующая на Земле на кубик объёмом $0,1 \text{ м}^3$, равна 900 Н. Плотность кубика равна

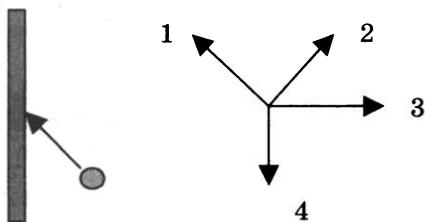
- 1) 9 кг/м^3
2) 90 кг/м^3
3) 900 кг/м^3
4) 9000 кг/м^3

Ответ: .

3. Две тележки массами 20 кг и 30 кг движутся навстречу друг другу, первая со скоростью 1 м/с, вторая — со скоростью 1,5 м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после абсолютно неупругого удара?

Ответ: _____ кг · м/с

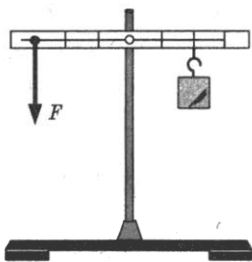
4. Шар движется под углом к стене и упруго с ней сталкивается, как показано на рисунке. Как направлен вектор изменения импульса шара в результате столкновения?



В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____.

5. Масса груза, подвешенного к рычагу, равна $0,9$ кг. Рычаг находится в равновесии, если к нему приложена сила F , как показано на рисунке. Чему равно значение силы F ?



Ответ: _____ Н

6. Небольшой шар массой m , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с частотой и максимальной кинетической энергией груза, если при неизменной амплитуде уменьшить массу?

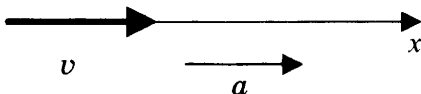
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 3) не изменится
2) уменьшится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

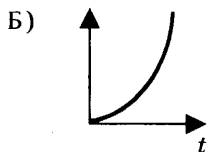
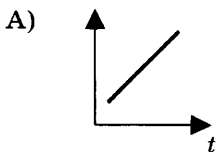
Частота	Максимальная кинетическая энергия груза

7. Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением.



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) импульс тела
- 2) равнодействующая сила
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) ускорение тела

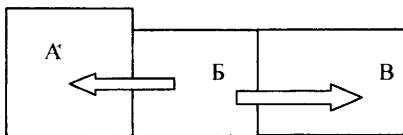
Ответ:

А	Б

8. Какое утверждение является справедливым?
- А. Броуновское движение наблюдается только в газах.
 Б. С увеличением температуры интенсивность броуновского движения возрастает.
- 1) только А
 - 2) только Б
 - 3) и А, и Б
 - 4) ни А, ни Б

Ответ: .

9. Три бруска, имеющие разные температуры 70 °С, 50 °С и 10 °С, привели в соприкосновение. В процессе установления теплового равновесия тепло передавалось в направлениях, указанных на рисунке стрелками.

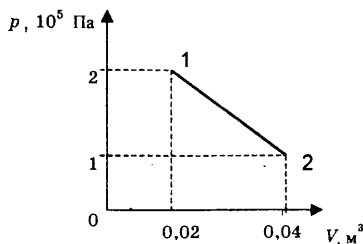


Температуру 70 °С имел брусок

- 1) А
- 2) Б
- 3) В
- 4) А или В

Ответ: .

10. На сколько изменяется внутренняя энергия газа при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.)?



Ответ: _____ кДж

11. Идеальный одноатомный газ изотермически сжимают. Как при этом изменяются его давление и внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

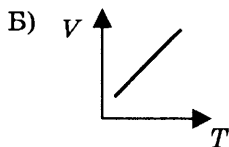
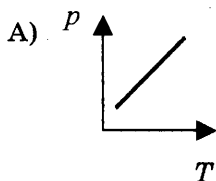
- 1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Внутренняя энергия

12. Установите соответствие между изображёнными в первом столбце графиками различных изопроцессов и названием изопроцесса.

ГРАФИКИ



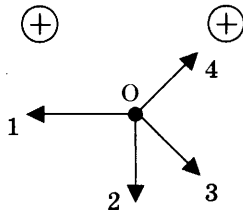
НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

- 1) изохорный
2) изобарный
3) изотермический
4) адиабатный

Ответ:

А	Б

13. На рисунке изображены два одинаковых по модулю электрических заряда. Правильное направление напряжённости электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке О (равноудалённой от обоих зарядов), показывает стрелка

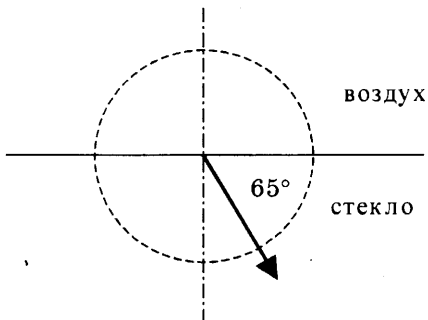


- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ: .

14. Луч света преломляется, проходя из воздуха в стекло, как показано на рисунке. Показатель преломления стекла 1,6. Пользуясь приведённой таблицей, найдите угол падения.

$\sin\beta$	0,33	0,43	0,58	0,70
β	19°	25°	35°	45°



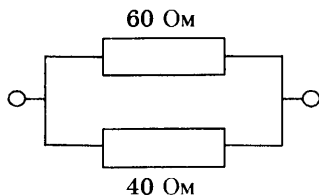
- 1) 19° 3) 35°
 2) 25° 4) 45°

Ответ: .

15. Два проводника соединены параллельно и подключены к источнику тока. За одинаковое время на первом проводнике выделилось количество теплоты, в 2 раза меньше, чем на втором. Чему равно отношение сопротивления первого проводника R_1 к сопротивлению второго R_2 ?

Ответ: _____.

16. Два резистора 60 Ом и 40 Ом соединены в электрическую цепь, как показано на рисунке.
Чему равно сопротивление этого участка цепи?



Ответ: _____ Ом

17. Электромагнитная волна с частотой ν , распространяющаяся со скоростью v в воздухе, попадает в среду с большим показателем преломления n . Как при этом изменяются частота и скорость электромагнитной волны?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Скорость распространения

18. Установите соответствие между записанными в первом столбце физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) энергия магнитного поля катушки

1) $\frac{I \cdot U}{2}$

Б) энергия электрического поля конденсатора

2) $\frac{q^2}{2C}$

3) $\frac{1}{\sqrt{LC}}$

4) $\frac{LI^2}{2}$

Ответ:

А	Б

19. Ядро атома кальция ${}_{20}^{42}\text{Ca}$ состоит из

- 1) 42 протонов, 20 нейтронов
- 2) 20 протонов, 42 нейтронов
- 3) 22 протонов, 20 нейтронов
- 4) 20 протонов, 22 нейтронов

Ответ: .

20. Энергия рентгеновского фотона $2 \cdot 10^{-14}$ Дж. При увеличении энергии фотона в 2 раза длина волны рентгеновского излучения

- 1) увеличится в 2 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 4 раза

Ответ: .

21. В образце актиния с периодом полураспада 22 года содержится $6 \cdot 10^{13}$ атомов. Сколько времени должно пройти для того, чтобы в образце остались нераспавшимися четверть начального количества атомов?

Ответ: _____ лет

22. При наблюдении фотоэффекта уменьшили интенсивность падающего света, не изменяя длины волны. Как при этом изменятся частота излучения фотонов и количество выбиваемых за 1 с фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

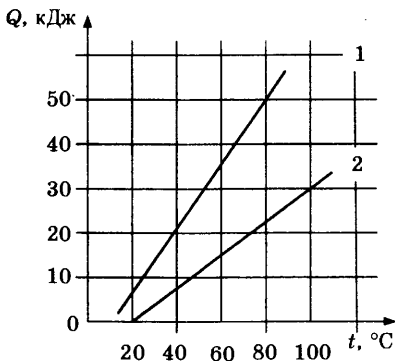
Частота излучения фотонов	Количество выбиваемых за 1 с фотоэлектронов

23. Измеряя давление p , температуру T и концентрацию молекул n газа, для которого выполняются условия идеальности, можно определить

- 1) гравитационную постоянную G
- 2) постоянную Больцмана k
- 3) постоянную Планка h
- 4) постоянную Ридберга R

Ответ: .

24. На графике представлены результаты измерения количества теплоты Q , затраченного на нагревание 1 кг вещества 1 и 1 кг вещества 2, при различных значениях температуры t этих веществ. Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.
1. Теплоёмкости двух веществ одинаковы.
 2. Теплоёмкость первого вещества больше теплоёмкости второго вещества.
 3. Для изменения температуры 1 кг вещества 1 на 20° необходимо количество теплоты 6000 Дж.
 4. Для изменения температуры 1 кг вещества 2 на 10° необходимо количество теплоты 3750 Дж.
 5. Начальные температуры обоих веществ равны 0°C .



Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Мяч брошен с начальной скоростью 12 м/с под углом 60° к горизонту. Точка броска и точка падения мяча находятся на одном уровне. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определите дальность полёта мяча. Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м

26. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно с температурой нагревателя $307\text{ }^{\circ}\text{C}$ и температурой холодильника 348 K и совершает за один цикл работу 3 кДж . Чему равно количество теплоты, переданное за один цикл рабочим телом холодильнику?

Ответ: _____ кДж

27. Две частицы, отношение масс которых $\frac{m_1}{m_2} = 2$, отноше-

ние зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$, попадают в однородное магнитное

поле, вектор магнитной индукции которого перпендику-
лярен векторам скорости частиц. Кинетические энергии
частиц одинаковые. Чему равно отношение радиусов кри-

визны траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ первой и второй частиц в магнит-

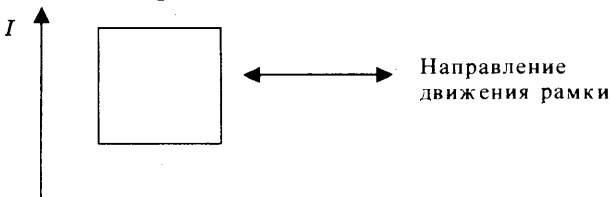
ном поле? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

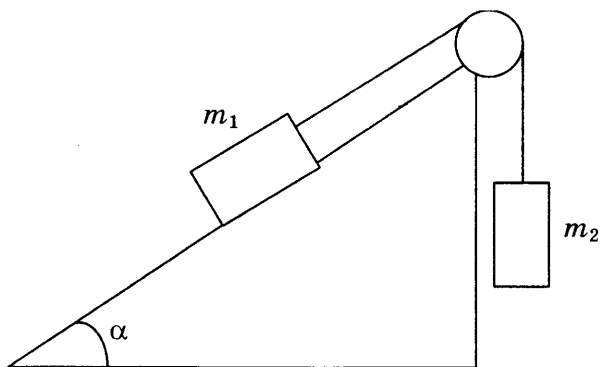
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На рисунке изображён длинный проводник с током, в плоскости которого располагается проволочная рамка. Направление тока в проводнике указано стрелкой. Почему при удалении и приближении рамки к проводнику ток в рамке будет иметь различные направления? Укажите стрелками направления тока в рамке, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. На рисунке изображена система грузов массами $m_1 = 3$ кг и $m_2 = 1$ кг, связанных невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через блок. Угол наклона плоскости к горизонту $\alpha = 30^\circ$, коэффициент трения между грузом m_1 и наклонной плоскостью 0,1. Определите силу натяжения нити.



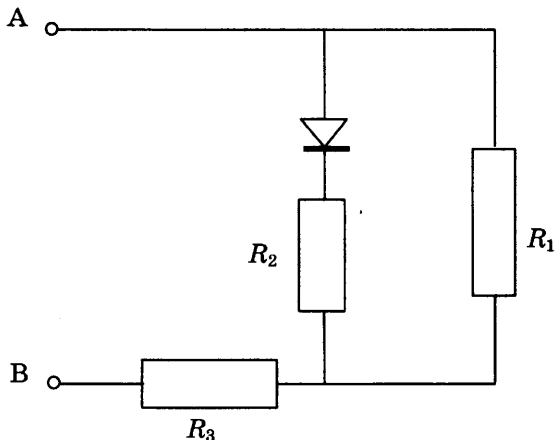
30. Железный метеорит массой 80 кг при температуре 39°C влетает со скоростью 1600 м/с в атмосферу. Считая, что на нагревание и плавление метеорита идёт 80% его кинетической энергии, определите, какая масса метеорита расплавится. Температура плавления железа 1539°C , удельная теплота плавления железа 270 кДж/кг.

31. Определите, какая мощность выделяется на сопротивлении R_3 участка цепи, показанного на рисунке,

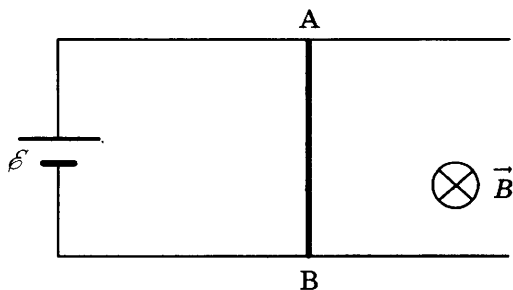
- а) при подключении ЭДС $\mathcal{E} = 15$ В положительным полюсом к точке А, отрицательным полюсом — к точке В;
б) при подключении ЭДС $\mathcal{E} = 15$ В положительным полюсом к точке В, отрицательным — к точке А.

Сопротивление $R_1 = 6$ Ом, $R_2 = 4$ Ом, $R_3 = 10$ Ом. Внутренним сопротивлением источника пренебречь, сопротив-

ление диода в прямом направлении пренебрежимо мало, в обратном направлении очень велико.



32. Проводник АВ длиной 0,5 м может скользить по горизонтальным рельсам, подключённым к источнику тока с ЭДС 2 В. Однородное магнитное поле с индукцией 0,5 Тл направлено вертикально вниз, как показано на рисунке. С какой скоростью и в каком направлении нужно перемещать проводник АВ, чтобы сила тока через него была равна нулю?

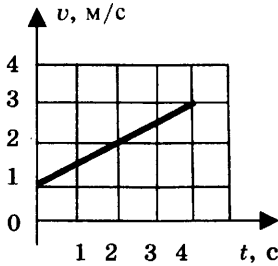


ВАРИАНТ 13

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Используя график зависимости скорости тела от времени, определите скорость тела в начале 6-й секунды, считая, что характер движения не изменяется.



1) 2,5 м/с

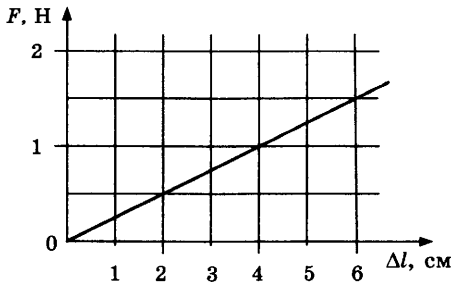
2) 3 м/с

3) 3,5 м/с

4) 4 м/с

Ответ:

2. На рисунке представлен график зависимости силы упругости от её удлинения.



Коэффициент жёсткости пружины равен

1) 0,25 Н/м

3) 25 Н/м

2) 0,5 Н/м

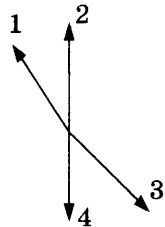
4) 50 Н/м

Ответ: .

3. Маленький шарик падает вертикально вниз и ударяется о наклонную плоскость, затем отскакивает от неё в горизонтальном направлении. Импульс шарика перед ударом $p_1 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, импульс шарика после удара $p_2 = 3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен модуль изменения импульса шарика?

Ответ: _____ кг · м/с

4. Мяч подброшен вертикально вверх со скоростью v . Какая стрелка правильно указывает направление вектора равнодействующей всех приложенных к мячу сил?



В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____

5. Кубик массой 700 г плавает на поверхности воды. Чему равна сила Архимеда, действующая на кубик?

Ответ: _____ Н

6. У движущегося по окружности тела увеличился радиус окружности при неизменном периоде обращения. Как при этом изменятся скорость движения тела и его центростремительное ускорение?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

3) не изменится

2) уменьшится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Центростремительное ускорение

7. Измеренный период колебаний математического маятника равен 2 с. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот колебательный процесс (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию

второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЁТА

- А) смещение маятника от положения равновесия
Б) длина нити маятника

1) $l = \frac{B}{gn^2}$, $B = 20 \text{ м}^2/\text{с}^2$

2) $l = \frac{A}{n^2}$, $A = 1 \text{ с}^2$

3) $x = A\cos(\pi t)$

4) $x = A\cos(4\pi t)$

Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ, находящийся в закрытом сосуде, оказывает давление на его стенки. Это объясняется тем, что
- 1) молекулы прилипают к стенкам сосуда
 - 2) идеальный газ имеет большую плотность
 - 3) молекулы газа передают стенкам энергию
 - 4) молекулы газа передают стенкам импульс

Ответ: .

9. Имеются два кубика одинаковой массы, сделанные из разных материалов, причём удельная теплоёмкость вещества первого кубика больше удельной теплоёмкости вещества второго кубика. Первоначальная температура кубиков одинаковая. Если сообщить кубикам одинаковое количество теплоты, то можно утверждать, что
- 1) кубики нагреются до одинаковой температуры
 - 2) первый кубик нагреется до более высокой температуры
 - 3) второй кубик нагреется до более высокой температуры
 - 4) сравнить температуры кубиков можно, только зная их массу

Ответ: .

10. Давление пара в помещении при температуре 5°C равно 756 Па . Давление насыщенного пара при этой же температуре равно 880 Па . Чему равна относительная влажность воздуха? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ %

11. В идеальном тепловом двигателе увеличилась работа, совершаемая газом за один цикл, при неизменном количестве теплоты, поступающем от нагревателя. Как при этом изменятся коэффициент полезного действия цикла и количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

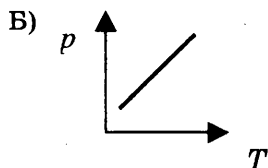
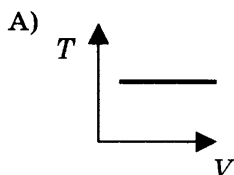
- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Коэффициент полезного действия	Количество теплоты, отдаваемое холодильнику

12. Установите соответствие между изображенными в первом столбце графиками различных изопроцессов и названием изопроцесса.

ГРАФИКИ



НАЗВАНИЕ

ИЗОПРОЦЕССА

- 1) изохорный
2) изобарный
3) изотермический
4) адиабатный

Ответ:

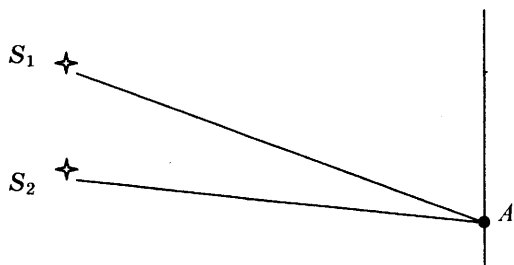
А	Б

13. К положительно заряженному электromетру поднесли отрицательно заряженный предмет. Показание электromетра

- 1) не изменится
2) увеличится
3) уменьшится
4) может как увеличиться, так и уменьшиться

Ответ: .

14. Два когерентных источника S_1 и S_2 , испускающие свет с длиной волны λ , находятся на разных расстояниях от точки A экрана.



Для наблюдения в точке A первого интерференционного максимума необходимо выполнение условия

1) $S_1A - S_2A = \frac{\lambda}{2}$

3) $S_1A + S_2A = \frac{\lambda}{2}$

2) $S_1A - S_2A = \lambda$

4) $S_1A + S_2A = \lambda$

Ответ: .

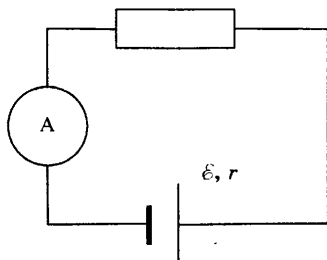
15. В однородном магнитном поле с индукцией $B = 8$ мТл перпендикулярно вектору магнитной индукции расположен контур площадью $S = 50$ см². Магнитный поток через этот контур равен

Ответ: _____ мкВб

16. Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,5 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 20 минут?

Ответ: _____ Кл

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резистора и амперметра. Как изменятся сопротивление цепи и сила тока через источник при подключении такого же резистора последовательно?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

3) не изменится

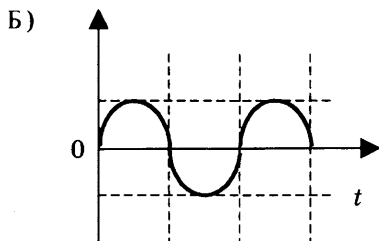
2) уменьшится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сопротивление цепи	Сила тока через источник

18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. В момент времени $t = 0$ конденсатор был полностью заряжен. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих колебания в контуре. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) сила тока в контуре
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) полная энергия колебаний

Ответ:

А	Б

19. Период полураспада ядер атомов актиния ${}_{89}^{227}\text{Ac}$ составляет 22 года. Это означает, что в образце, содержащем большое число атомов актиния,

- 1) половина начального количества атомов распадётся за 11 лет
- 2) все изначально имевшиеся атомы распадутся через 22 года
- 3) все изначально имевшиеся атомы распадутся через 44 года
- 4) половина начального количества атомов распадётся за 22 года

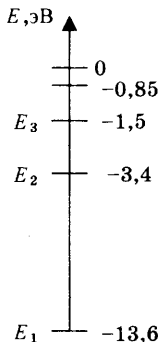
Ответ: .

20. Радиоактивный уран ${}_{92}^{236}\text{U}$ испытал 2 α -распада и 3 β -распада. Получившийся в результате изотоп ядра будет иметь заряд Z и массовое число A :

- | | |
|--------------|--------------|
| 1) $A = 245$ | 3) $A = 229$ |
| $Z = 97$ | $Z = 90$ |
| 2) $A = 235$ | 4) $A = 228$ |
| $Z = 96$ | $Z = 91$ |

Ответ: .

21. На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода.



Какую энергию необходимо сообщить атому, находящемуся в основном состоянии, для его ионизации?

Ответ: _____ эВ

22. При наблюдении фотоэффекта увеличили интенсивность падающего света, не изменяя длины волны. Как при этом изменятся работа выхода электронов и величина тока насыщения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

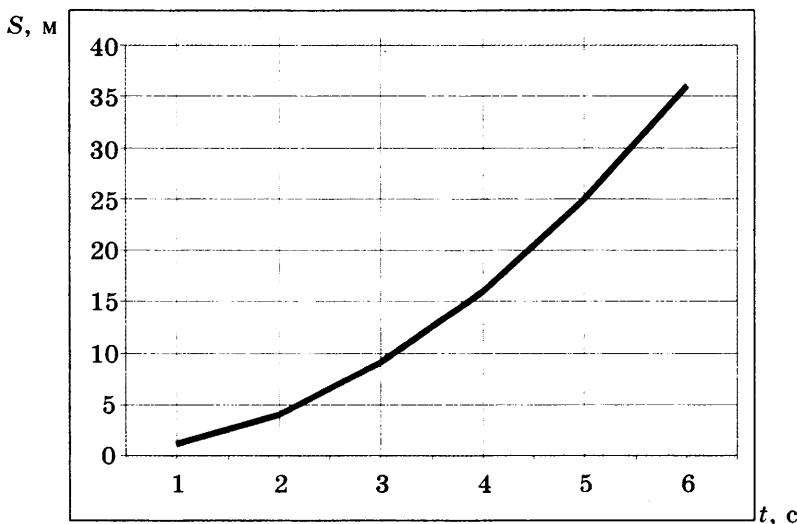
Работа выхода	Ток насыщения

23. Толщина стопки бумаги из 100 листов оказалась равной $L = (12 \pm 0,5)$ мм. Толщина одного листа бумаги равна

- 1) $(0,12 \pm 0,005)$ мм
2) $(0,12 \pm 0,05)$ мм
3) $(0,012 \pm 0,005)$ мм
4) $(0,012 \pm 0,05)$ мм

Ответ: .

24. При проведении эксперимента исследовалась зависимость пройденного телом пути S от времени t . Тело начинало движение из состояния покоя. График полученной зависимости приведён на рисунке.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Скорость тела равна 6 м/с.
2. Ускорение тела равно 2 м/с².

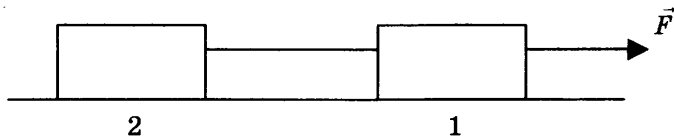
3. Скорость тела уменьшается с течением времени.
4. За вторую секунду пройден путь 4 м.
5. За пятую секунду пройден путь 9 м.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. По гладкой горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} движутся одинаковые бруски, связанные нитью, как показано на рисунке.



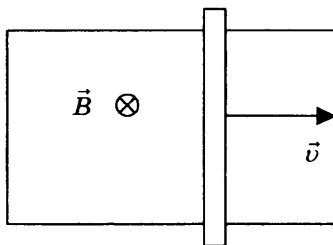
Во сколько раз изменится сила натяжения нити между брусками, если на каждый брусок положить еще один такой же?

Ответ: _____ раз.

26. В термос с большим количеством льда при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ заливают $m = 0,5$ кг воды с температурой $t_2 = 66^\circ\text{C}$. Какая масса льда расплывится при установлении теплового равновесия в сосуде?

Ответ: _____ г.

27. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл.



По контуру с постоянной скоростью скользит перемычка длиной $l = 20$ см и сопротив-

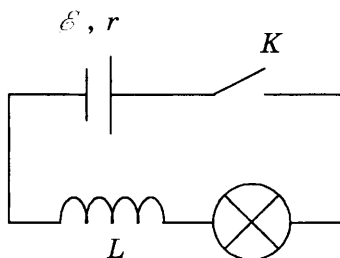
лением $R = 15 \text{ Ом}$. Сила индукционного тока в контуре $I = 4 \text{ мА}$. С какой скоростью движется переключатель?

Ответ: _____ м/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

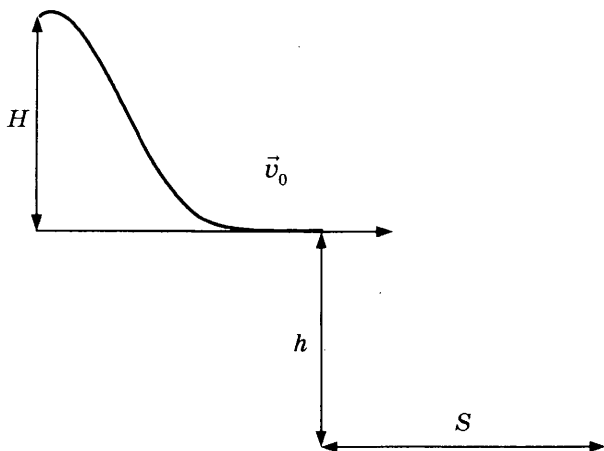
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, лампы, катушки индуктивности и ключа. Первоначально замкнутый ключ размыкают. Опишите наблюдаемые при этом явления. Укажите законы, которые вы применили.



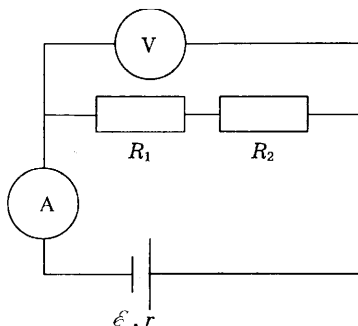
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Лыжник массой 60 кг стартует из состояния покоя с трамплина высотой $H = 40 \text{ м}$, в момент отрыва от трамплина его скорость горизонтальна. В процессе движения лыжника по трамплину сила трения совершила работу, по модулю равную $A_{\text{тр}} = 5,25 \text{ кДж}$. Определите дальность полёта лыжника по горизонтальному направлению, если точка приземления оказалась на $h = 45 \text{ м}$ ниже уровня отрыва от трамплина. Сопротивление воздуха не учитывать.



30. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем массой $m = 10$ кг и площадью сечения $S = 20 \text{ см}^2$ находится идеальный одноатомный газ. Первоначально поршень находился на высоте $h_1 = 20$ см, а после нагревания газа оказался на высоте $h_2 = 25$ см. Какое количество теплоты сообщили газу в процессе нагревания? Атмосферное давление 10^5 Па.

31. На рисунке представлена электрическая цепь. ЭДС источника $\mathcal{E} = 21$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивления резисторов $R_1 = 50$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, сопротивление вольтметра $R_V = 320$ Ом, сопротивление амперметра $R_A = 5$ Ом. Определите показания вольтметра и амперметра.



32. Частица массой $m = 10^{-7}$ кг и зарядом $q = 10^{-5}$ Кл равномерно движется по окружности радиуса $R = 2$ см в магнитном поле с индукцией $B = 2$ Тл. Центр окружности находится на главной оптической оси собирающей линзы, а плоскость окружности перпендикулярна главной оптической оси и находится на расстоянии 15 см от неё. Фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. С какой скоростью движется изображение частицы в линзе?

ВАРИАНТ 14

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записываются без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимости от времени координат четырёх тел, движущихся по оси OX , представлены в таблице.

t, c	0	2	4	6	8	10
$x_1, м$	-2	0	2	4	6	8
$x_2, м$	0	-2	-4	-6	-8	-10
$x_3, м$	2	2	2	2	2	2
$x_4, м$	0	2	8	18	32	50

С постоянным ускорением двигалось тело

- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ: .

2. Автомобиль едет по прямолинейной дороге с постоянной скоростью. Для сил, действующих на автомобиль, верным является утверждение:

- 1) сумма всех сил, действующих на автомобиль, равна нулю
2) сумма всех сил, действующих на автомобиль, не равна нулю
3) на автомобиль не действуют никакие силы
4) на автомобиль действует одна постоянная сила

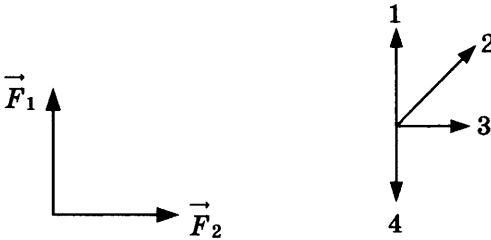
Ответ: .

3. Две тележки массами 20 кг и 30 кг движутся в одном направлении, первая со скоростью 1 м/с, вторая — со ско-

ростью 1,5 м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после абсолютно неупругого удара?

Ответ: _____ кг · м/с

4. К телу, движущемуся в инерциальной системе отсчёта, приложены две силы, как показано на рисунке.



Какая стрелка правильно показывает направление вектора ускорения тела?

В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____.

5. Доска опирается на подставку, находящуюся на расстоянии $\frac{l}{4}$ длины доски. Для удержания доски в равновесии в горизонтальном положении к её короткому концу необходимо приложить силу 50 Н. Чему равна масса доски?

Ответ: _____ кг

6. Брусок, движущийся по горизонтальной поверхности под действием постоянной силы, выезжает на более гладкую поверхность. Как при этом изменились сила давления бруска на плоскость и ускорение бруска?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось 3) не изменилось
2) уменьшилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила давления бруска на плоскость	Ускорение бруска

7. Измеренная частота колебаний математического маятника равна 1 Гц. Установите соответствие между физическими величинами, характеризующими этот колебательный процесс (левый столбец), и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЁТА
А) смещение маятника от положения равновесия	1) $l = \frac{B}{n^2}$, $B = 0,25 \text{ с}^2$
Б) длина нити маятника	2) $l = \frac{A}{n^2}$, $A = 1 \text{ м}^2/\text{с}^2$
	3) $x = A \cos(2\pi t)$
	4) $x = A \cos\left(\frac{\pi}{2} t\right)$

Ответ:

А	Б

8. Молекулы совершают хаотическое тепловое движение, если находятся
- 1) в газе
 - 2) в жидкости
 - 3) в газе или жидкости
 - 4) в газе, жидкости или твёрдом теле

Ответ: .

9. Имеются два кубика одинаковой массы, сделанные из разных материалов, причём удельная теплоёмкость вещества первого кубика больше удельной теплоёмкости вещества второго кубика. Первоначальная температура кубиков одинаковая. Если сообщать кубикам одинаковое количество теплоты в единицу времени, нагревая их до одинаковой температуры, то можно утверждать, что
- 1) кубики нагреваются одинаково быстро
 - 2) первый кубик нагреется быстрее
 - 3) второй кубик нагреется быстрее
 - 4) сравнить время нагрева кубиков нельзя

Ответ: .

10. Давление насыщенного пара при температуре $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ равно $1,71\text{ кПа}$. Чему равно парциальное давление пара при температуре $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, если относительная влажность воздуха равна 59% ? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ Па

11. В идеальном тепловом двигателе уменьшилась полезная мощность при неизменном количестве теплоты, получаемом за один цикл от нагревателя. Как при этом изменятся коэффициент полезного действия цикла и количество теплоты, отдаваемое за один цикл холодильнику?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Коэффициент полезного действия	Количество теплоты, отдаваемое холодильнику

12. Установите соответствие между условиями протекания изопроцессов (правый столбец) и названием изопроцесса (левый столбец).

НАЗВАНИЕ
ИЗОПРОЦЕССА

- А) изобарный
Б) адиабатный

УСЛОВИЯ ПРОТЕКАНИЯ
ИЗОПРОЦЕССОВ

- 1) газ находится под подвижным поршнем
2) газ находится в закрытом сосуде
3) происходит теплообмен газа с окружающей средой
4) не происходит теплообмена газа с окружающей средой

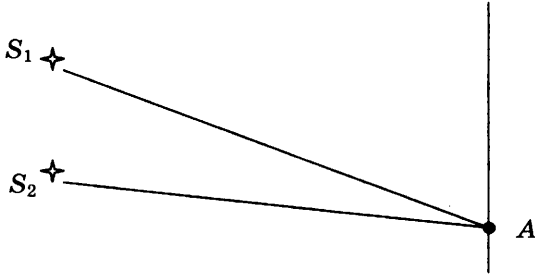
Ответ:

А	Б

13. Сила тока в проводнике постоянна и равна 0,5 А. Заряд 60 Кл пройдет по проводнику за время
- | | |
|---------|----------|
| 1) 2 с | 3) 1 мин |
| 2) 30 с | 4) 2 мин |

Ответ: .

14. Два когерентных источника S_1 и S_2 , испускающие свет с длиной волны λ , находятся на разных расстояниях от точки А экрана.

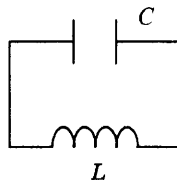


Для наблюдения в точке А первого интерференционного минимума необходимо выполнение условия

- 1) $S_1A - S_2A = \frac{\lambda}{2}$
- 2) $S_1A - S_2A = \lambda$
- 3) $S_1A + S_2A = \frac{\lambda}{2}$
- 4) $S_1A + S_2A = \lambda$

Ответ: .

15. В колебательном контуре индуктивность катушки равна 10 мГн.



Конденсатор какой емкости нужно включить в контур для получения электромагнитных колебаний частотой 400 Гц? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ мкФ

16. По катушке индуктивностью 4 мГн протекает постоянный ток 3 А . Чему равна энергия магнитного поля катушки?

Ответ: _____ мДж

17. Электромагнитная волна с частотой ν , распространяющаяся со скоростью v в воздухе, попадает в стекло с показателем преломления n . Как при этом изменяются длина волны и период колебаний в волне?

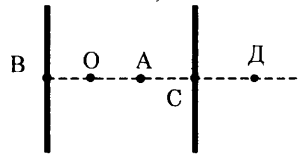
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны	Период колебаний

18. Плоскому конденсатору сообщён заряд q . Расстояние $OA = OB = AC = CD$. Модуль напряжённости электростатического поля конденсатора в точке O равен E_0 . Чему равен модуль вектора напряжённости электростатического поля конденсатора в точках D и A ?



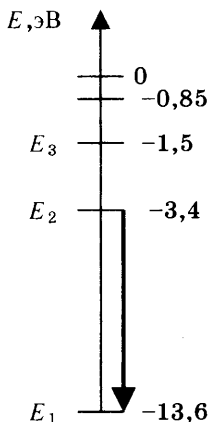
Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ
А) модуль напряжённости электростатического поля конденсатора в точке D	1) $4E_0$
	2) $2E_0$
	3) E_0
Б) модуль напряжённости электростатического поля конденсатора в точке A	4) 0

Ответ:

А	Б

19. На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода.



Переходу, показанному на рисунке стрелкой, соответствует

- 1) поглощение атомом энергии 3,4 эВ
- 2) излучение атомом энергии 13,6 эВ
- 3) поглощение атомом энергии 10,2 эВ
- 4) излучение атомом энергии 10,2 эВ

Ответ: .

20. Радиоактивный плутоний ${}_{94}^{244}\text{Pu}$ испытал 3 α -распада и 2 β -распада. Получившийся в результате изотоп ядра будет иметь заряд Z и массовое число A :

- | | |
|---|--------------|
| 1) $A = 245$ | 3) $A = 229$ |
| 2) $A = 232$ | 4) $A = 233$ |
| $Z = 97 \quad Z = 90 \quad Z = 90 \quad Z = 87$ | |

Ответ: .

21. В образце, содержащем большое количество атомов радона ${}_{86}^{222}\text{Rn}$, через 7,6 суток останется четверть от начального количества атомов. Чему равен период полураспада ядер атомов радона?

Ответ: _____ суток

22. Пучок света с длиной волны λ и частотой ν распространяется в среде. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (h — постоянная Планка). К каждой позиции

первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) энергия фотона

Б) импульс фотона

ФОРМУЛЫ

1) $\frac{h}{v}$

2) $h\nu$

3) $\frac{h}{\lambda}$

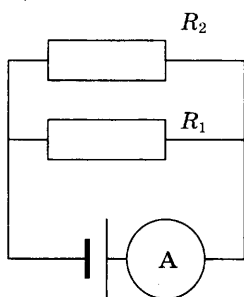
4) $h\lambda$

Ответ:

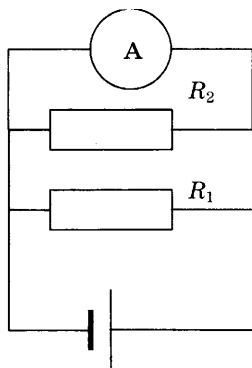
А	Б

23. Во время лабораторной работы необходимо было измерить силу тока через сопротивление R_1 . Это можно сделать с помощью схемы

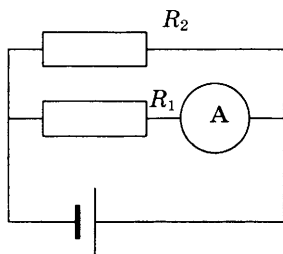
1)



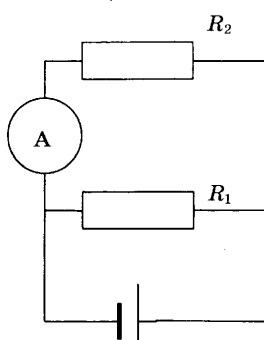
3)



2)



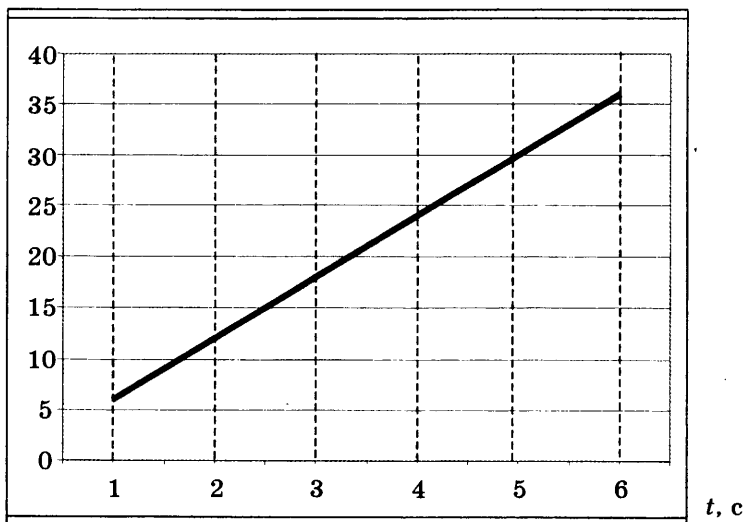
4)



Ответ: .

24. При проведении эксперимента исследовалась зависимость пройденного телом пути S от времени t . График полученной зависимости приведён на рисунке.

S , м



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Скорость тела равна 6 м/с.
2. Ускорение тела равно 2 м/с².
3. Тело движется равноускоренно.
4. За вторую секунду пройден путь 6 м.
5. За пятую секунду пройден путь 30 м.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Небольшой груз совершает вертикальные колебания на пружине жёсткостью 25 Н/м. В таблице представлены координаты груза для различных промежутков времени.

$t, \text{ с}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$x, \text{ см}$	0	5,5	8	10,5	16	10,5	8	5,5	0	5,5	8

Чему равна масса груза? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ кг

26. КПД тепловой машины 30%. За 10 с рабочему телу машины поступает от нагревателя 3 кДж теплоты. Чему равна средняя полезная мощность машины?

Ответ: _____ Вт

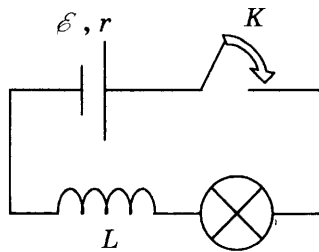
27. Самолёт, имеющий размах крыльев $L = 40$ м, движется горизонтально с постоянной скоростью. Индукция магнитного поля Земли равна $B = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл и направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению движения самолёта. На концах крыльев самолёта возникла ЭДС индукции $\mathcal{E} = 0,4$ В. С какой скоростью движется самолёт? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м/с

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

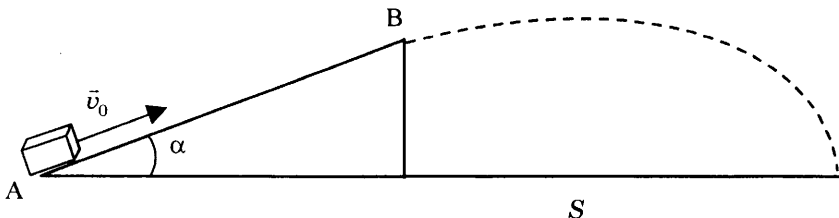
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. На рисунке изображена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, лампы, катушки индуктивности и ключа. Первоначально разомкнутый ключ замыкают. Опишите наблюдаемые при этом явления. Укажите законы, которые вы применили.

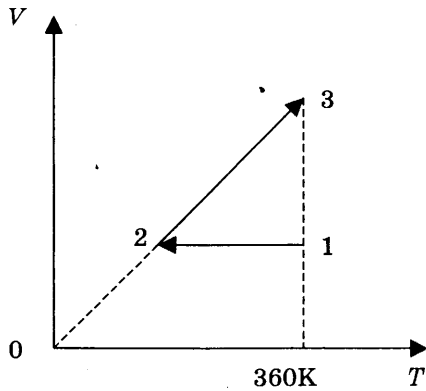


Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Коробок после удара в точке А скользит вверх по наклонной плоскости с начальной скоростью $v_0 = 5$ м/с (см. рис.). В точке В коробок отрывается от наклонной плоскости. На каком расстоянии S от наклонной плоскости коробок упадёт? Коэффициент трения равен $\mu = 0,2$. Длина наклонной плоскости $AB = L = 0,5$ м, угол наклона плоскости $\alpha = 30^\circ$. Сопротивлением воздуха пренебречь.

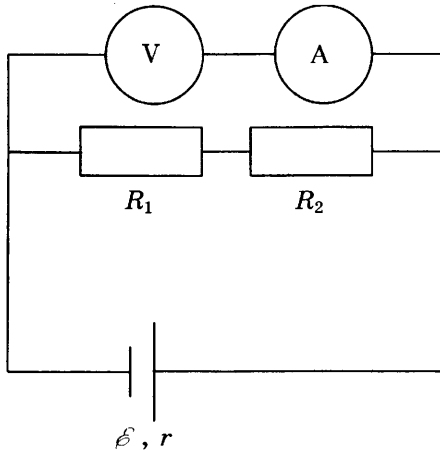


30. 2 моль идеального одноатомного газа сначала охладили, уменьшив давление в 2 раза, а затем нагрели до первоначальной температуры 360 К (см. рис.).



Какое количество теплоты получил газ на участке 2–3?

31. На рисунке представлена электрическая цепь. ЭДС источника $\mathcal{E} = 21$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, сопротивления резисторов $R_1 = 50$ Ом, $R_2 = 30$ Ом, сопротивление вольтметра $R_V = 320$ Ом, сопротивление амперметра $R_A = 5$ Ом. Определите показания вольтметра и амперметра.



32. На пластинку площадью $S = 4$ см², которая отражает 70% и поглощает 30% падающего света, падает перпендикулярно свет с длиной волны 600 нм. Мощность светового потока 120 Вт. Какое давление оказывает свет на пластинку?

ВАРИАНТ 15

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимости от времени проекций на ось Ox скорости четырёх тел, движущихся по оси Ox , представлены в таблице.

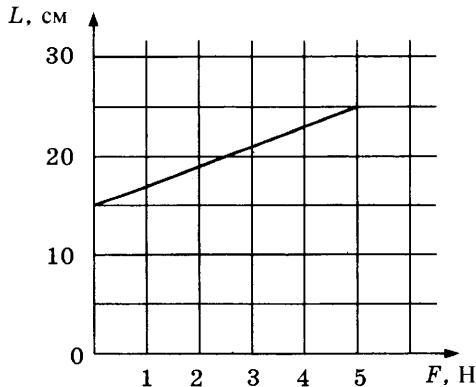
t, c	0	2	4	6	8	10
$v_1, м/с$	0	1	2	3	4	5
$v_2, м/с$	0	-2	0	1	3	1
$v_3, м/с$	2	2	2	2	2	2
$v_4, м/с$	0	2	8	18	32	50

С постоянным ускорением двигалось тело

- 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ: .

2. На графике представлена длина пружины в зависимости от приложенной силы.



Коэффициент жёсткости пружины равен

1) 0,5 Н/м

3) 50 Н/м

2) 2 Н/м

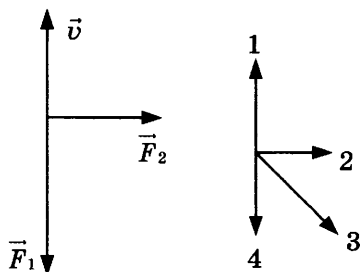
4) 200 Н/м

Ответ: .

3. Две шарика массами 200 г и 300 г движутся в перпендикулярных направлениях по направлению друг к другу: первый со скоростью 2 м/с, второй — со скоростью 1 м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после абсолютно неупругого удара?

Ответ: _____ кг · м/с

4. К телу, движущемуся в инерциальной системе отсчёта со скоростью v , приложены две силы, как показано на рисунке



Какая стрелка правильно показывает направление вектора ускорения тела?

В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____.

5. Тело массой 3 кг обладает кинетической энергией 216 Дж. Чему равна скорость движения тела?

Ответ: _____ м/с.

6. У движущегося по окружности тела уменьшился радиус окружности при неизменной частоте обращения. Как при этом изменятся скорость движения тела и период обращения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

2) уменьшится

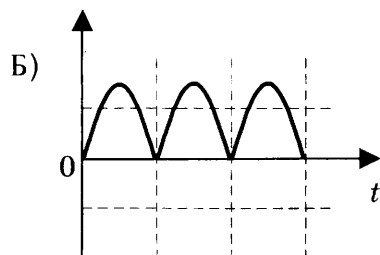
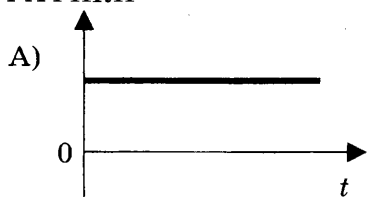
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Период обращения

7. Пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих колебания маятника. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

- 1) смещение от положения равновесия
- 2) скорость груза маятника
- 3) потенциальная энергия колебаний
- 4) полная энергия колебаний

Ответ:

А	Б

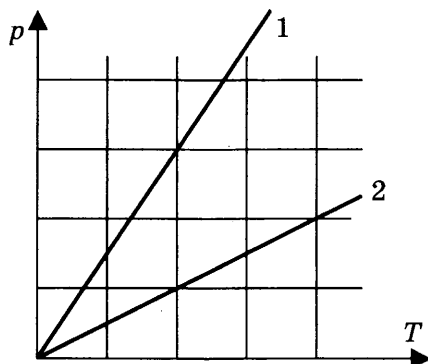
8. При увеличении средней кинетической энергии теплового движения молекул в 4 раза их средняя квадратичная скорость
- 1) уменьшится в 4 раза
 - 2) увеличится в 4 раза
 - 3) уменьшится в 2 раза
 - 4) увеличится в 2 раза

Ответ: .

9. При постоянной температуре давление одного моля идеального газа увеличилось в 2 раза. Объём газа
- 1) увеличился в 2 раза
 - 2) уменьшился в 2 раза
 - 3) увеличился в 4 раза
 - 4) не изменился

Ответ: .

10. На рисунке представлен график зависимости давления от температуры для двух идеальных газов.



Чему равно отношение концентраций газов n_1/n_2 ?

Ответ: _____

11. Идеальный одноатомный газ сжимают адиабатически. Как при этом изменяются его давление и температура?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Температура

12. Установите соответствие между условиями протекания изопроцессов (правый столбец) и названием изопроцесса (левый столбец).

НАЗВАНИЕ
ИЗОПРОЦЕССА

- А) адиабатный
Б) изохорный

УСЛОВИЯ ПРОТЕКАНИЯ
ИЗОПРОЦЕССОВ

- 1) газ находится под подвижным поршнем
2) газ находится в закрытом сосуде
3) происходит теплообмен газа с окружающей средой
4) не происходит теплообмен газа с окружающей средой

Ответ:

А	Б

13. Точечный отрицательный заряд помещён вблизи одинаковых одноимённо заряженных шариков (см. рис.).

• $q < 0$

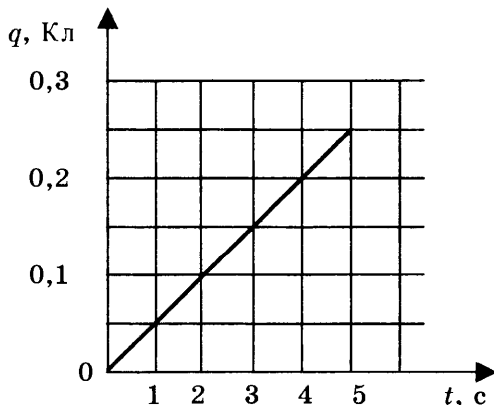


Правильное направление равнодействующей кулоновских сил, действующих на заряд q , показывает стрелка

- 1) ← 2) ↑ 3) → 4) ↓

Ответ: .

14. На графике представлена зависимость от времени заряда, прошедшего по проводнику.



Сила тока в проводнике равна

1) 0,05 А

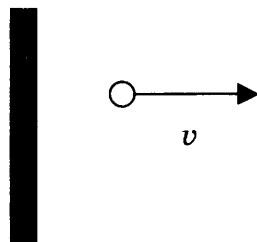
3) 1,5 А

2) 0,5 А

4) 2 А

Ответ: .

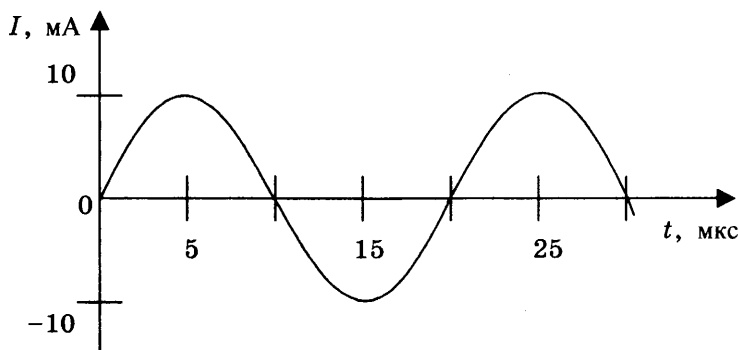
15. По направлению от плоского зеркала со скоростью $v = 0,2$ м/с катится шар (см. рис., вид сверху).



С какой скоростью движется изображение шара в зеркале?

Ответ: _____ м/с

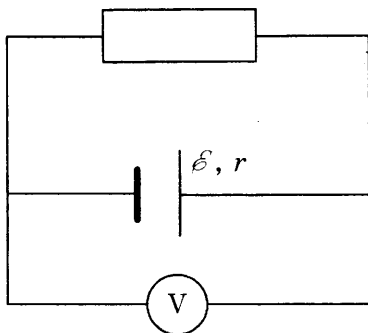
16. На рисунке приведён график гармонических колебаний тока в колебательном контуре.



Чему будет равен период колебаний в контуре, если катушку в этом контуре заменить на другую катушку, индуктивность которой в 4 раза больше?

Ответ: _____ мкс

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока, резистора и вольтметра. Как изменятся сопротивление цепи и показания вольтметра при подключении такого же резистора параллельно?



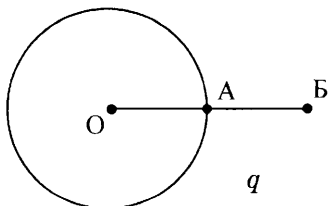
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сопrotивление цепи	Показания вольтметра

18. Уединённому проводящему шару сообщён заряд q . Расстояние $OA = AB$. Модуль напряжённости электростатического поля шара в точке B равен E_B . Чему равен модуль вектора напряжённости электростатического поля в точках O и A ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЕЁ ЗНАЧЕНИЕ

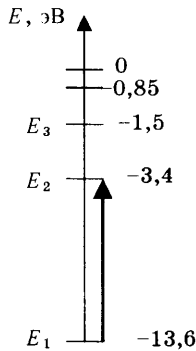
- А) модуль напряжённости электростатического поля шара в точке О
- Б) модуль напряжённости электростатического поля шара в точке А

- 1) $4E_B$
- 2) $2E_B$
- 3) E_B
- 4) 0

Ответ:

А	Б

19. На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода.



Переходу, показанному на рисунке стрелкой, соответствует

- 1) поглощение атомом энергии 3,4 эВ
- 2) излучение атомом энергии 13,6 эВ
- 3) поглощение атомом энергии 10,2 эВ
- 4) излучение атомом энергии 10,2 эВ

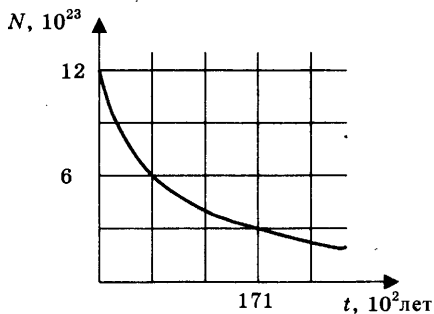
Ответ: .

20. Радиоактивный калифорний ${}_{98}^{244}\text{Cf}$ испытал 3 α -распада и 5 β -распадов. Получившийся в результате изотоп ядра будет иметь заряд Z и массовое число A :

- 1) $A = 232$
 $Z = 97$
- 2) $A = 235$
 $Z = 96$
- 3) $A = 229$
 $Z = 90$
- 4) $A = 233$
 $Z = 87$

Ответ: .

21. На рисунке показан график зависимости числа нераспавшихся ядер атома углерода $^{14}_6\text{C}$ от времени.



Чему равен период полураспада ядер атомов углерода?

Ответ: _____ лет

22. При наблюдении фотоэффекта увеличили интенсивность падающего света, не изменяя длины волны. Как при этом изменилось количество падающих на поверхность металла за 1 с фотонов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

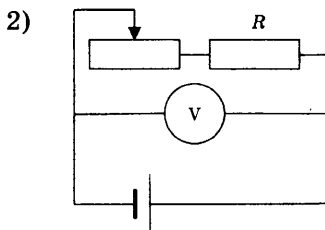
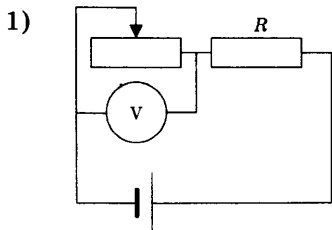
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
2) уменьшилось
3) не изменилось

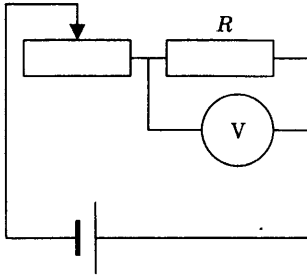
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество падающих за 1 с фотонов	Максимальная кинетическая энергия электронов

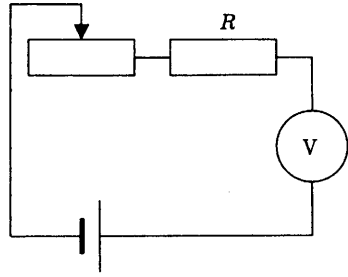
23. Во время лабораторной работы необходимо было измерить напряжение на реостате. Это можно сделать с помощью схемы



3)



4)



Ответ: .

24. Исследовалась зависимость удлинения пружины от массы подвешенных к ней грузов. Результаты измерений представлены в таблице.

m , кг	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
x , м	0	0,02	0,04	0,06	0,07	0,09

Погрешности измерений величин m и x равнялись соответственно 0,01 кг и 0,01 м.

Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Коэффициент упругости пружины равен 5 Н/м.
2. Коэффициент упругости пружины равен 50 Н/м.
3. При подвешенном к пружине грузе массой 150 г её удлинение составит 4 см.
4. С увеличением массы растяжение пружины уменьшается.
6. При подвешенном к пружине грузе массой 250 г её удлинение составит 5 см.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Шарик массой 50 г бросили вертикально вниз с высоты 5 м с начальной скоростью 2 м/с. Перед ударом о землю скорость шарика была 8 м/с. Чему равна сила сопротивления движению шарика?

Ответ: _____ Н

26. Две частицы, отношение масс которых $\frac{m_1}{m_2} = \frac{1}{4}$, отноше-

ние зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$, попадают в однородное магнитное

поле, вектор магнитной индукции которого перпендику-
лярен векторам скорости частиц. Отношение радиусов
кривизны траекторий первой и второй частиц в магнит-

ном поле $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$. Чему равно отношение кинетических

энергий частиц $\frac{E_{K1}}{E_{K2}}$?

Ответ: _____

27. На дифракционную решётку с количеством штрихов 500 на 1 мм перпендикулярно падает свет. Для некоторой длины волны максимум второго порядка наблюдается под углом 30° . Определите длину волны.

Ответ: _____ нм

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

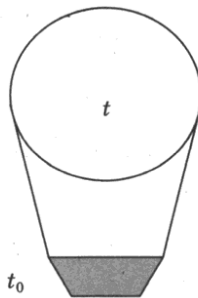
28. Рабочее тело теплового двигателя, находящегося в контакте с холодильником, медленно сжимают, а затем нагревают до температуры нагревателя. Начальное состояние газа характеризуется параметрами $p_0, 2V_0, T_0$, конечное состояние — $4p_0, V_0, 2T_0$. Количество вещества не меняется. Постройте

график зависимости давления газа от его температуры в описанном процессе. Построение поясните, указав, какие физические закономерности вы применили.

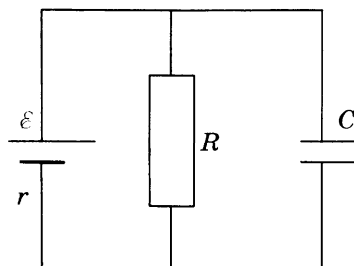
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Шар, наполовину погруженный в воду, лежит на дне сосуда. Масса шара 2 кг, плотность шара 8000 кг/м^3 . С какой силой шар давит на дно сосуда? Сделайте схематический рисунок с указанием действующих на шар сил.

30. Аэростат, оболочка которого имеет массу $M = 200 \text{ кг}$ и объём $V = 350 \text{ м}^3$, наполняют горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении. Температура окружающего воздуха $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$. Какой должна быть температура воздуха внутри оболочки, чтобы он начал подниматься? Оболочка аэростата нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



31. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 5 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 1 \text{ Ом}$ подключили параллельно соединённые резистор сопротивлением $R = 4 \text{ Ом}$ и плоский конденсатор ёмкостью $C = 10^{-6} \text{ Ф}$. Каков заряд конденсатора?



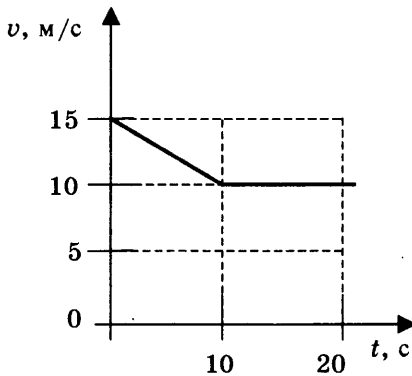
32. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания с периодом $8\pi \cdot 10^{-4} \text{ с}$. В некоторый момент времени заряд конденсатора равен 5 нКл , а сила тока в контуре 8 мкА . Чему равна амплитуда колебаний заряда конденсатора?

ВАРИАНТ 16

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записываются без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишется в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Путь, пройденный велосипедистом за 20 с, равен

- 1) 125 м 3) 225 м
2) 200 м 4) 300 м

Ответ: .

2. При исследовании зависимости удлинения x пружины от приложенной силы F были получены следующие данные:

F , Н	1,2	1,4	1,6	1,8
x , см	2,4	2,8	3,2	3,6

Из результатов исследования можно заключить, что коэффициент упругости пружины равен

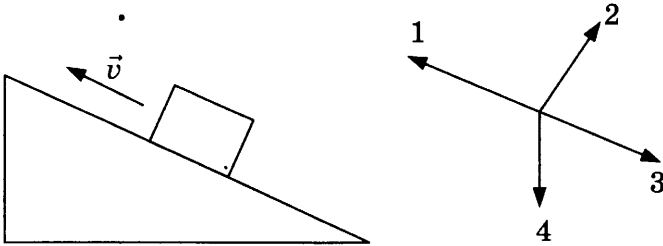
- 1) 20 Н/м 3) 80 Н/м
2) 50 Н/м 4) 100 Н/м

Ответ: .

3. Тело массой 1 кг движется прямолинейно со скоростью 2 м/с. После действия на тело в течение 3 с постоянной силы импульс тела стал равен 11 кг · м/с. Чему равна величина силы?

Ответ: _____ Н

4. Бруску сообщили скорость v , направленную вверх вдоль наклонной плоскости, как показано на рисунке.

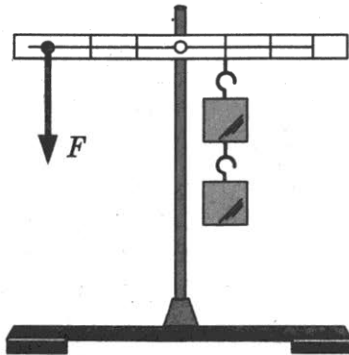


Какая стрелка правильно указывает направление вектора равнодействующей всех приложенных к бруску сил?

В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____

5. Масса каждого груза, подвешенного к рычагу, равна 0,6 кг. Рычаг находится в равновесии, если к нему приложена сила F , как показано на рисунке. Чему равно значение силы F ?



Ответ: _____ Н

6. Тело брошено вертикально вверх со скоростью v_0 , сопротивлением воздуха можно пренебречь. Как изменятся при движении тела вверх его ускорение и потенциальная энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

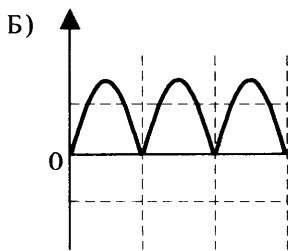
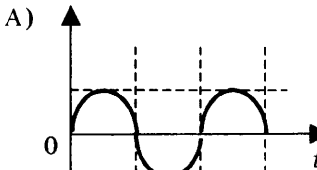
- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Потенциальная энергия

7. Пружинный маятник совершает свободные незатухающие колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих колебания маятника. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) смещение от положения равновесия
2) период колебаний
3) кинетическая энергия колебаний
4) полная энергия колебаний

Ответ:

А	Б

8. Для кристаллических тел справедливым является утверждение:
- 1) атомы кристаллического тела неподвижны
 - 2) атомы совершают колебания вблизи положений равновесия
 - 3) атомы периодически перепрыгивают из одного положения в другое
 - 4) атомы двигаются по кристаллу свободно

Ответ: .

9. При постоянном объёме температура одного моля идеального газа увеличилась в 3 раза. Давление газа
- 1) увеличилось в 3 раза
 - 2) уменьшилось в 3 раза
 - 3) увеличилось в 9 раз
 - 4) не изменилось

Ответ: .

10. Одноатомный идеальный газ в количестве 2 моль совершает работу 166 Дж, температура газа при этом увеличилась на 10 К. Какое количество теплоты было сообщено газу? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ Дж

11. В сосуде под поршнем находится смесь сухого воздуха и насыщенного водяного пара. Объём смеси уменьшили, при этом произошла частичная конденсация пара. Температура оставалась неизменной. Как изменились в результате парциальные давления сухого воздуха и пара?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление сухого воздуха	Парциальное давление пара

12. Установите соответствие между физическими величинами (левый столбец) и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец)

ФИЗИЧЕСКАЯ
ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА ДЛЯ
РАСЧЁТА

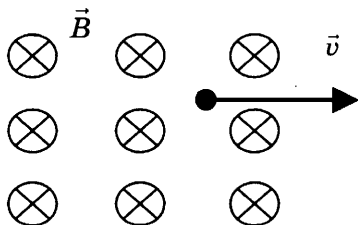
- А) количество теплоты
Б) изменение внутренней энергии одноатомного газа

- 1) $\frac{3}{2} \nu R \Delta T$
2) $p \Delta V$
3) $cm \Delta T$
4) $\frac{3}{2} \nu RT$

Ответ:

А	Б

13. Отрицательно заряженная частица движется в однородном магнитном поле со скоростью v . Вектор скорости частицы направлен перпендикулярно вектору магнитной индукции.

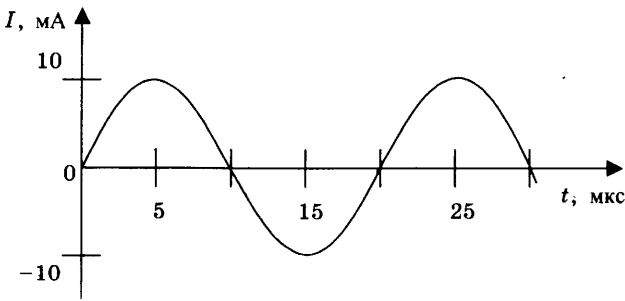


Действующая на частицу сила направлена

- 1) вниз
2) вверх
3) перпендикулярно плоскости рисунка от нас
4) перпендикулярно плоскости рисунка к нам

Ответ: .

14. На рисунке приведён график гармонических колебаний тока в колебательном контуре.

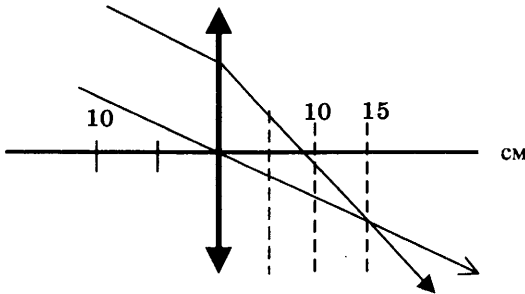


Если конденсатор в этом контуре заменить на другой конденсатор, ёмкость которого в 4 раза меньше, то период колебаний будет равен

- 1) 10 мкс 3) 40 мкс
2) 20 мкс 4) 60 мкс

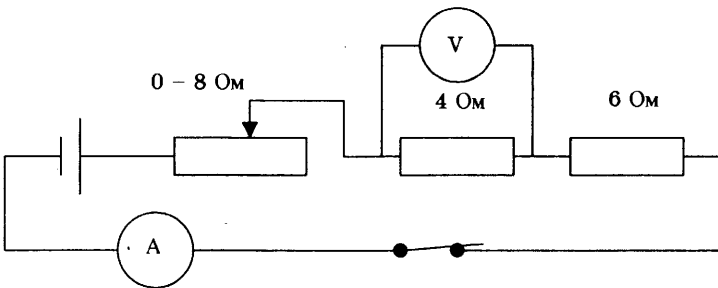
Ответ: .

15. На рисунке показано прохождение двух лучей через собирающую линзу. Чему равно фокусное расстояние линзы?



Ответ: _____ см

16. На рисунке представлена электрическая цепь.



Вольтметр показывает напряжение 2 В. Какую силу тока показывает амперметр?

Ответ: _____ А.

17. Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C подключили к источнику тока. Как изменятся ёмкость конденсатора и его заряд, если, отключив конденсатор от источника тока, увеличить расстояние между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

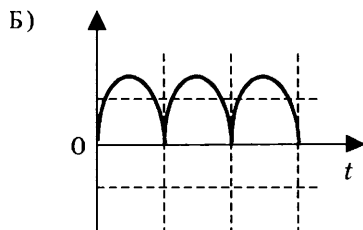
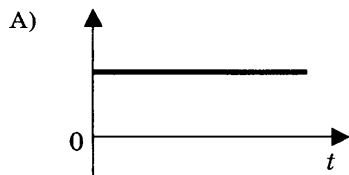
- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Заряд конденсатора

18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. На графиках А и Б представлены изменения со временем физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре. В момент времени $t = 0$ зарядили конденсатор. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, которым соответствуют эти зависимости. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в контуре
- 2) заряд конденсатора
- 3) период колебаний
- 4) энергия магнитного поля катушки

Ответ:

А	Б

19. При радиоактивном распаде число распавшихся ядер
- 1) уменьшается с течением времени
 - 2) увеличивается с течением времени
 - 3) не изменяется с течением времени
 - 4) уменьшается или увеличивается с течением времени

Ответ: .

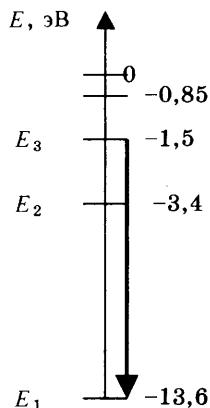
20. Радиоактивный торий ${}_{90}^{232}\text{Th}$, испытав 2 α -распада, превратился в изотоп

- | | |
|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1) свинца ${}_{82}^{228}\text{Pb}$ | 3) свинца ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ |
| 2) радона ${}_{86}^{224}\text{Rn}$ | 4) висмута ${}_{83}^{209}\text{Bi}$ |

Ответ: .

21. На рисунке показаны энергетические уровни атома водорода.

Какая энергия выделяется при переходе, показанном на рисунке стрелкой?



Ответ: _____ эВ

22. При измерении давления света на поверхность увеличили интенсивность падающего света, не изменяя частоты. Как при этом изменятся длина световой волны и количество фотонов, падающих на поверхность ежесекундно?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

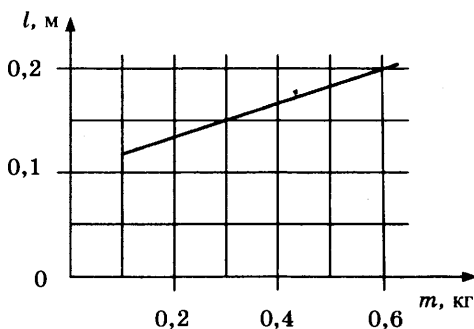
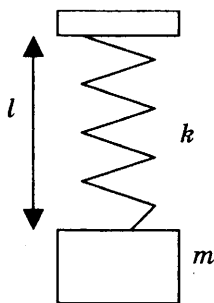
Длина волны	Количество фотонов, падающих на поверхность за 1 с

23. Измеряя силу взаимодействия F двух известных шарообразных масс m_1 и m_2 , центры которых находятся на расстоянии r друг от друга, можно определить

- 1) гравитационную постоянную G
- 2) постоянную Больцмана k
- 3) постоянную Планка h
- 4) постоянную Ридберга R

Ответ: .

24. На графике представлены результаты измерения длины пружины l при различных значениях массы m подвешенных к пружине грузов.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам измерений.

1. Длина недеформированной пружины равна 10 см.
2. При массе груза, равной 300 г, удлинение пружины составляет 15 см.
3. Коэффициент жёсткости пружины примерно равен 60 Н/м.
4. С увеличением массы груза коэффициент жёсткости пружины увеличивался.
5. Деформация пружины не изменялась.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Небольшой груз массой 200 г совершает гармонические колебания по закону $x = 0,05 \cdot \sin(2\pi t)$ (м). Чему равна максимальная кинетическая энергия груза? Ответ выразите в мДж, округлив до целых.

Ответ: _____ мДж

26. Проводник длиной 20 см и массой 20 г находится в однородном магнитном поле индукцией 0,05 Тл и расположен перпендикулярно линиям индукции. Ток какой силы нужно пропустить по проводнику, чтобы сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, уравновесила силу тяжести проводника?

Ответ: _____ А

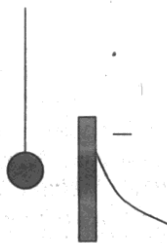
27. Иголочка высотой 3 см расположена перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 40 см от линзы. Оптическая сила линзы 3 дптр. Найдите высоту изображения иголки. Ответ выразите в сантиметрах.

Ответ: _____ см

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

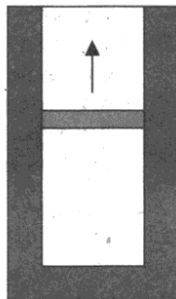
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Маленький лёгкий незаряженный металлический шарик подвесили на непроводящей нити вблизи металлической пластины, которую подключили к отрицательному полюсу источника тока. Опишите движение шарика и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Кусок пластилина сталкивается с покоящимся на горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорость пластилина перед ударом равна $v_{пл} = 5$ м/с. Масса бруска в 4 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,25$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 40%?
30. В вертикальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится 0,5 моль гелия, нагретого до некоторой температуры. Поршень сначала удерживают, затем отпускают, и он начинает подниматься. Масса поршня 1 кг. Какую скорость приобретёт поршень к моменту, когда поршень поднимется на 4 см, а гелий охладится на 20 К? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь.
31. К источнику тока с внутренним сопротивлением $r = 1,5$ Ом подключён реостат, сопротивление которого можно изменять в пределах от 1 Ом до 10 Ом. Максимальная мощность, выделяемая на реостате, $P = 37,5$ Вт. Чему равна ЭДС источника тока?



32. Работа выхода электрона из металлической пластины:

$$A_{\text{вых}} = 3,68 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

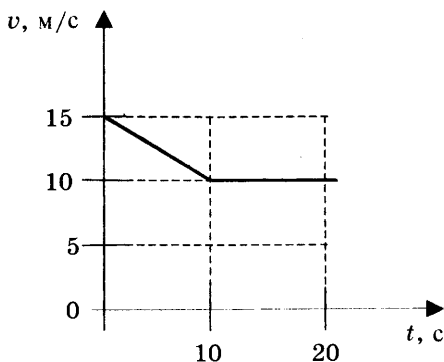
Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с частотой $\nu = 7 \cdot 10^{14}$ Гц?

ВАРИАНТ 17

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Ускорение велосипедиста в интервале времени от 10 с до 20 с равно

- 1) 0
2) $0,25 \text{ м/с}^2$
3) $0,5 \text{ м/с}^2$
4) 1 м/с^2

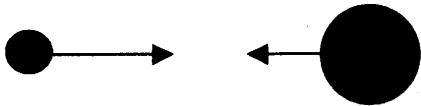
Ответ: .

2. Ускорение свободного падения на Луне равно $1,6 \text{ м/с}^2$. Сила тяжести, действующая на Луне на космонавта массой 80 кг, примерно равна

- 1) 16 Н
2) 50 Н
3) 128 Н
4) 800 Н

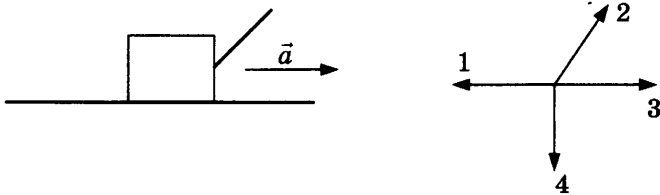
Ответ: .

3. Шар массой $0,5 \text{ кг}$ движется со скоростью 2 м/с , навстречу ему со скоростью 1 м/с движется шар массой 1 кг . Чему равен импульс системы после неупругого удара?



Ответ: _____ $\text{кг} \cdot \text{м/с}$

4. Брусок двигают с ускорением a по горизонтальной поверхности с помощью наклонённой к горизонту нити, как показано на рисунке.



Какая стрелка правильно указывает направление вектора равнодействующей всех приложенных к бруску сил?

В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____

5. На тележке, движущейся горизонтально с постоянным ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$, покоится брусок массой 3 кг . Чему равна сила трения, действующая на тележку со стороны бруска?

Ответ: _____ Н

6. Тело брошено вертикально вверх со скоростью v_0 , сопротивлением воздуха можно пренебречь. Как изменятся при движении тела вверх его ускорение и кинетическая энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Кинетическая энергия

7. Установите соответствие между записанными в первом столбце видами движения и формулами, по которым можно рассчитать их характеристики.

ВИД ДВИЖЕНИЯ

А) равномерное

Б) равноускоренное

ФОРМУЛА ДВИЖЕНИЯ

1) $v = vt + \frac{at^2}{2}$

2) $v = \frac{S}{t}$

3) $v = \frac{a}{t}$

4) $v = v_0 + at$

Ответ:

А	Б

8. При уменьшении средней квадратичной скорости теплового движения молекул в 2 раза средняя кинетическая энергия теплового движения молекул

1) не изменится

2) увеличится в 4 раза

3) уменьшится в 4 раза

4) увеличится в 2 раза

Ответ: .

9. На рисунке показан график процесса, происходящего с постоянной массой газа.

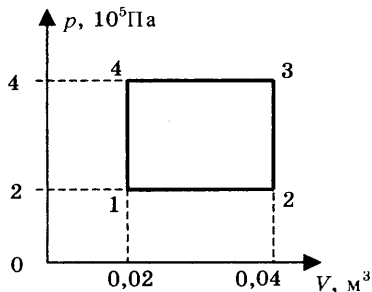
Участок 1–2 соответствует

1) изобарному нагреванию

2) изобарному охлаждению

3) изохорному нагреванию

4) изохорному охлаждению



Ответ: .

10. Одноатомному идеальному газу в количестве 2 моль сообщили количество теплоты 1 кДж, при этом газ совершил работу 300 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

Ответ: _____ Дж

11. В сосуде неизменного объёма находится смесь сухого воздуха и насыщенного водяного пара. Температура понижалась, при этом произошла частичная конденсация пара. Как изменились в результате парциальные давления сухого воздуха и пара?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
2) уменьшилось
3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление сухого воздуха	Парциальное давление пара

12. Установите соответствие между физическими величинами (левый столбец) и формулами, по которым их можно рассчитать (правый столбец).

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) внутренняя энергия идеального одноатомного газа
Б) работа газа в изобарном процессе

ФОРМУЛА

ДЛЯ РАСЧЁТА

- 1) $\frac{3}{2}\nu R\Delta T$
2) $p\Delta V$
3) $cm\Delta T$
4) $\frac{3}{2}\nu RT$

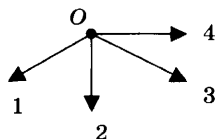
Ответ:

А	Б

13. На рисунке изображены два одинаковых по модулю электрических заряда. Правильное направление напряжённости электрического поля, создаваемого этими зарядами в точке О, показывает стрелка

⊕

⊖



- 1) 1
2) 2

- 3) 3
4) 4

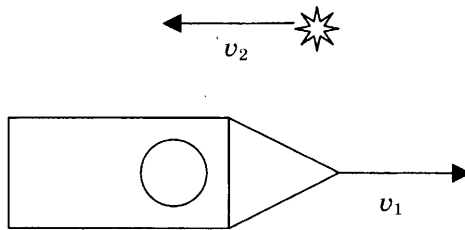
Ответ: .

14. На поверхность тонкой прозрачной плёнки падает по нормали пучок белого света. В отражённом свете плёнка окрашена в красный цвет. При небольшом уменьшении толщины плёнки её цвет.

- 1) не изменится
2) станет белым
3) станет ближе к зелёному
4) станет чёрным

Ответ: .

15. С борта космического корабля, движущегося со скоростью $v_1 = 10$ км/с, наблюдают источник света, движущийся со скоростью $v_2 = 50$ км/с (см. рис.). Свет от неподвижного источника распространяется со скоростью $c = 300\,000$ км/с.



В системе отсчёта корабля свет распространяется со скоростью

Ответ: _____ км/с

16. Два проводника соединены последовательно и подключены к источнику тока. За одинаковое время на первом проводнике выделилось количество теплоты, в 2 раза меньшее, чем на втором. Чему равно отношение сопротивлений R_2/R_1 ?

Ответ: _____

17. Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C подключили к источнику тока. Как изменится ёмкость конденсатора и напряжение между его обкладками, если, не отключая конденсатор от источника тока, уменьшить расстояние между его обкладками?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Напряжение между обкладками конденсатора

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ
ВЕЛИЧИНА**

- А) ЭДС источника тока
- Б) напряжение на участке цепи

ФОРМУЛА

- 1) IR
- 2) $I(R+r)$
- 3) $\frac{LI^2}{2}$
- 4) $\rho \frac{l}{s}$

Ответ:

А	Б

19. В ядре атома углерода содержится 6 протонов и 8 нейтронов. Этому ядру соответствует запись

- 1) ${}_6^8\text{C}$
- 2) ${}_8^6\text{C}$
- 3) ${}_6^{14}\text{C}$
- 4) ${}_{14}^6\text{C}$

Ответ: .

20. Радиоактивный уран ${}_{92}^{235}\text{U}$, испытав 2 β -распада, превратился в изотоп

- 1) плутония ${}_{94}^{235}\text{Pu}$
- 2) кюрия ${}_{96}^{233}\text{Cu}$
- 3) свинца ${}_{82}^{207}\text{Pb}$
- 4) тория ${}_{90}^{237}\text{Th}$

Ответ: .

21. В образце стронция с периодом полураспада 28 лет со-
держится $4 \cdot 10^{12}$ атомов. Во сколько раз уменьшится че-
рез 56 лет количество атомов стронция в образце?

Ответ: _____ раз.

22. При измерении давления света на поверхность уменьши-
ли число фотонов, падающих на поверхность ежесекунд-
но, не изменяя длины волны. Как при этом изменятся
интенсивность падающего света и его частота?

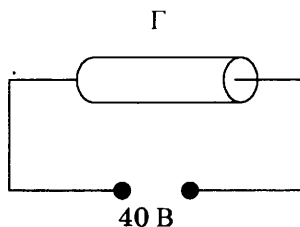
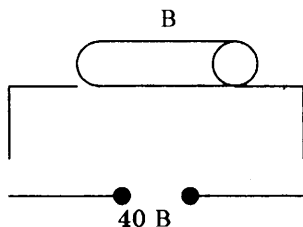
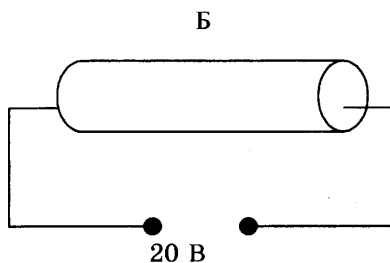
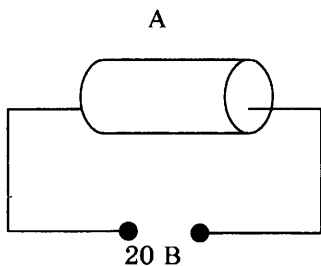
Для каждой величины определите соответствующий ха-
рактер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой фи-
зической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Интенсивность	Частота

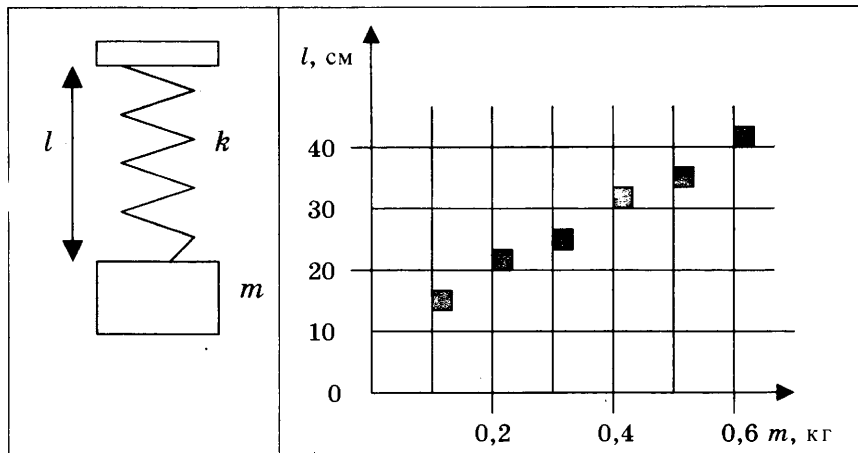
23. Цилиндрический проводник подключён к источнику тока.
Была высказана гипотеза, что сопротивление проводника
зависит от приложенного напряжения. Для проверки этой
гипотезы нужно выбрать следующие два опыта из пред-
ставленных ниже (материал всех проводников одинаков):



- 1) А и В
2) Б и А
3) А и Г
4) Б и Г

Ответ: .

24. На графике представлены результаты измерения длины пружины l при различных значениях массы m подвешенных к пружине грузов. Погрешность измерения массы $\Delta m = \pm 0,01$ кг, длины $\Delta l = \pm 1$ см.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Коэффициент упругости пружины равен 60 Н/м.
2. Коэффициент упругости пружины равен 20 Н/м.
3. При подвешенном к пружине грузе массой 500 г её удлинение составит 35 см.
4. При подвешенном к пружине грузе массой 300 г её удлинение составит 15 см.
5. С увеличением массы длина пружины не изменяется.

Ответ:

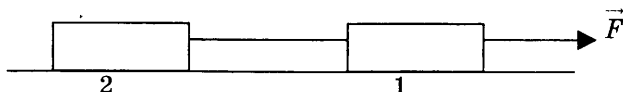
--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. По гладкой горизонтальной поверхности под действием силы \vec{F} движутся одинаковые бруски, связанные нитью,

как показано на рисунке. На второй брусок положили ещё один такой же.



Чему будет равно отношение первоначальной силы натяжения нити между брусками к силе натяжения после добавления ещё одного бруска $F_{н1}/F_{н2}$?

Ответ: _____

26. В термос с большим количеством воды при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ кладут $m = 3$ кг льда с температурой $t_2 = -22^\circ\text{C}$. Какая масса воды замёрзнет при установлении теплового равновесия в сосуде?

Ответ: _____ г

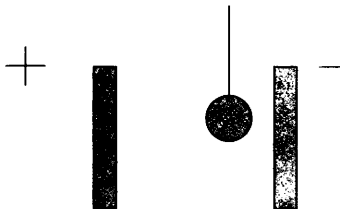
27. Самолёт движется горизонтально с постоянной скоростью $v = 200$ м/с. Индукция магнитного поля Земли равна $B = 5 \cdot 10^{-5}$ Тл и направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к направлению движения самолёта. Величина ЭДС индукции на концах крыльев самолёта равна $\mathcal{E} = 0,55$ В. Чему равен размах крыльев самолёта? Ответ округлите до целых.

Ответ: _____ м

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

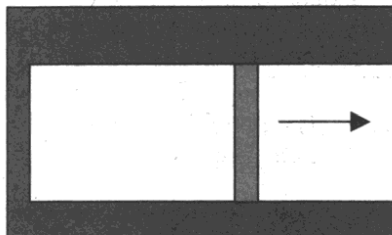
28. Маленький лёгкий незаряженный металлический шарик, подвешенный на диэлектрической нити, поместили между пластинами плоского конденсатора, который подключили к источнику тока. Опишите движение шарика и объясните его, указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано.



Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Тело, свободно падающее без начальной скорости с некоторой высоты, за последнюю секунду падения проходит путь, в 7 раз больший, чем за первую секунду движения. Найдите высоту, с которой падает тело.

30. В горизонтальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится 0,5 моль гелия, нагретого до некоторой температуры. Поршень сначала удерживают, затем отпускают, и он начинает двигаться. Масса поршня 1 кг. Какую скорость приобретёт поршень к моменту, когда гелий охладится на 10 К? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь.



31. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 20 мкФ и катушки индуктивностью 4,5 мГн. Амплитуда колебаний силы тока 6 мА. Какова амплитуда колебаний заряда конденсатора в контуре?

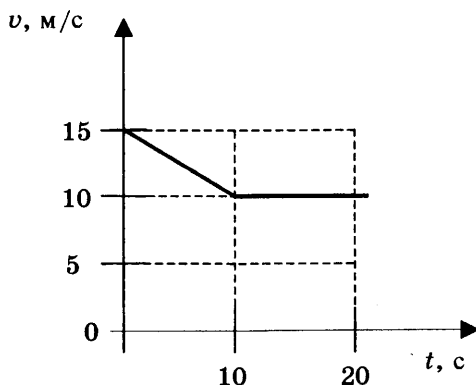
32. Красная граница фотоэффекта для калия $\lambda_0 = 577$ нм. Поверхность калия освещается светом длиной волны $\lambda = 400$ нм. Вблизи поверхности создано однородное тормозящее поле с напряженностью $E = 50$ В/м, направленное перпендикулярно поверхности. Через какое время после вылета из поверхности фотоэлектрон остановится? Считать, что электрон вылетает перпендикулярно поверхности и обладает максимально возможной скоростью.

ВАРИАНТ 18

Часть 1

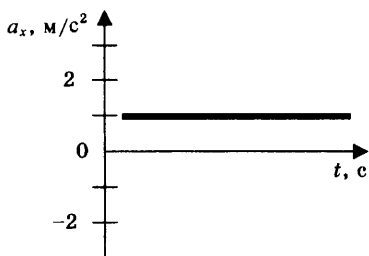
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости скорости велосипедиста от времени.

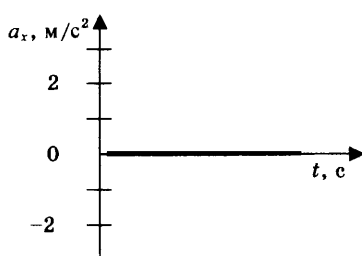


Проекция ускорения тела в интервале времени от 10 до 20 с представлена на графике

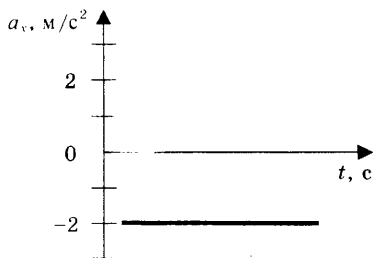
1)



2)

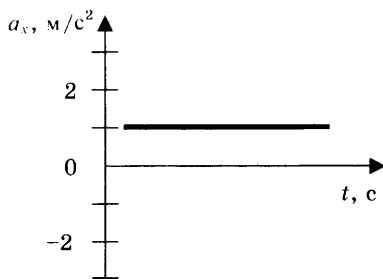


3)



Ответ: .

4)



2. Автомобиль едет по дороге, образующей дугу окружности, с постоянной скоростью. Для сил, действующих на автомобиль, верным является утверждение:

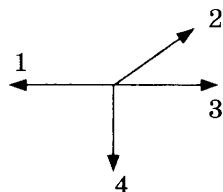
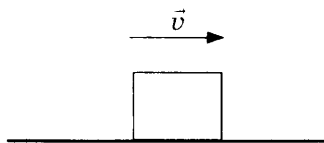
- 1) сумма всех сил, действующих на автомобиль, равна нулю
- 2) сумма всех сил, действующих на автомобиль, не равна нулю
- 3) на автомобиль не действуют никакие силы
- 4) на автомобиль действует одна постоянная сила

Ответ: .

3. Тело массой 2 кг движется прямолинейно со скоростью 2 м/с. После действия на тело постоянной силы величиной 5 Н в течение некоторого промежутка времени импульс тела стал равен 24 кг·м/с. Сколько времени действовала сила?

Ответ: _____ с

4. Бруску, находящемуся на горизонтальной шероховатой поверхности, сообщили скорость v , как показано на рисунке.



Какая стрелка правильно указывает направление результирующей всех сил, действующих на брусок?

В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____

5. Тело массой 3 кг начинает двигаться с ускорением $1,5 \text{ м/с}^2$. Чему будет равна кинетическая энергия тела через 2 с после начала движения?

Ответ: _____ Дж

6. Тело брошено с некоторой высоты горизонтально со скоростью v_0 , сопротивлением воздуха можно пренебречь. Как изменятся при движении тела действующая на него сила тяжести и потенциальная энергия?

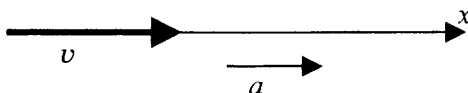
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 3) не изменится
2) уменьшится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	Потенциальная энергия

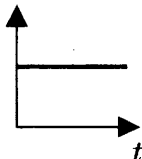
7. Тело движется прямолинейно с постоянным ускорением.



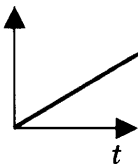
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



**ФИЗИЧЕСКИЕ
ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) импульс тела
- 2) равнодействующая сила
- 3) кинетическая энергия тела
- 4) координата тела

Ответ:

А	Б

8. При увеличении средней кинетической энергии теплового движения молекул идеального газа в 2 раза абсолютная температура газа

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 4 раза
- 3) уменьшится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза

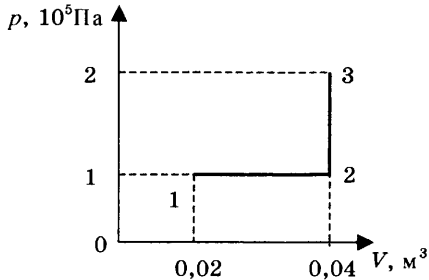
Ответ: .

9. При постоянной температуре объём одного моля идеального газа увеличился в 2 раза. Давление газа

- 1) увеличилось в 2 раза
- 2) уменьшилось в 2 раза
- 3) увеличилось в 4 раза
- 4) не изменилось

Ответ: .

10. На сколько изменяется внутренняя энергия идеального одноатомного газа при переходе из состояния 1 в состояние 3 (см. рис.)?



Ответ: _____ кДж

11. В сосуде неизменного объёма находится смесь двух идеальных газов: кислорода в количестве 1 моль и азота в количестве 4 моль. В сосуд добавили еще 1 моль кислорода, а затем выпустили половину содержимого сосуда. Температура оставалась постоянной. Как изменились в результате парциальные давления кислорода и азота?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилось
- 2) уменьшилось
- 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление кислорода	Парциальное давление азота

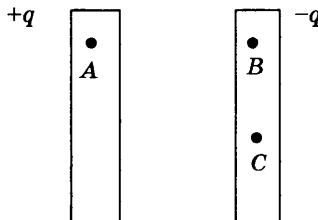
12. Установите соответствие между названием изопроцесса (левый столбец) и формулами, описывающими превращения энергии в этих процессах (правый столбец, Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии, A — работа газа)

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА	ФОРМУЛА ДЛЯ РАСЧЁТА
А) изобарный	1) $Q = \Delta U + A$
Б) изотермический	2) $Q = A$
	3) $Q = \Delta U$
	4) $\Delta U = -A$

Ответ:

А	Б

13. Две металлические пластины заряжены равными разноимёнными зарядами, как показано на рисунке.

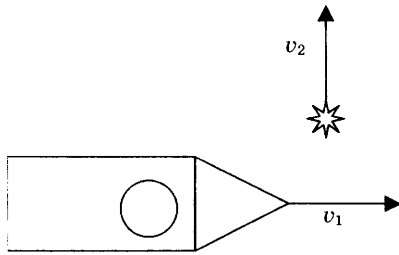


Между потенциалами точек A , B и C выполняются соотношения

- | | |
|--|--|
| 1) $\varphi_A = \varphi_B = \varphi_C$ | 3) $\varphi_A < \varphi_B < \varphi_C$ |
| 2) $\varphi_A > \varphi_B = \varphi_C$ | 4) $\varphi_A = \varphi_B > \varphi_C$ |

Ответ: .

14. С борта космического корабля, движущегося со скоростью v_1 , наблюдают источник света, движущийся со скоростью v_2 (см. рис.). Свет от неподвижного источника распространяется со скоростью c .



В системе отсчёта корабля свет распространяется со скоростью

1) $\sqrt{v_1^2 + v_2^2}$

3) $c - v_2$

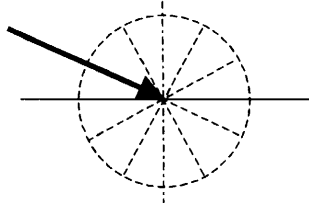
2) $v_1 + v_2$

4) c

Ответ: .

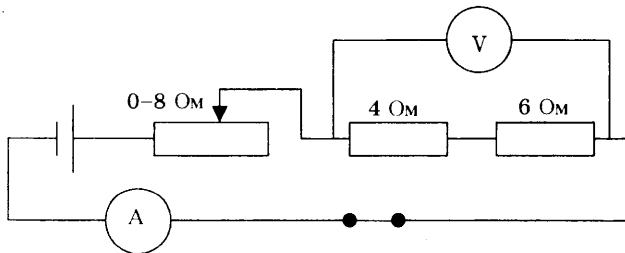
15. Луч света проходит из воздуха в стекло, как показано на рисунке. Показатель преломления стекла 1,5. Пользуясь приведенной таблицей, найдите угол преломления.

$\sin\beta$	0,33	0,43	0,58	0,70
β	19°	25°	35°	45°



Ответ: _____ градусов

16. На рисунке представлена электрическая цепь.



Вольтметр показывает напряжение 12 В. Какую силу тока показывает амперметр?

Ответ: _____ А

17. Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C подключили к источнику тока. Как изменятся ёмкость конденсатора и напряжение между его обкладками, если, отключив конденсатор от источника тока, заполнить пространство между его обкладками диэлектриком?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ёмкость конденсатора	Напряжение между обкладками конденсатора

18. Предмет находится на расстоянии d от собирающей линзы с фокусным расстоянием F . Расстояние от линзы до изображения f , оптическая сила линзы D . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

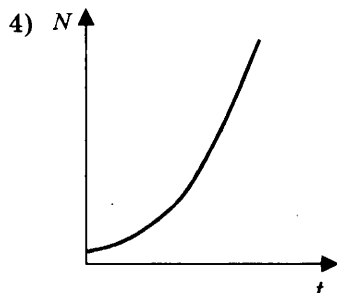
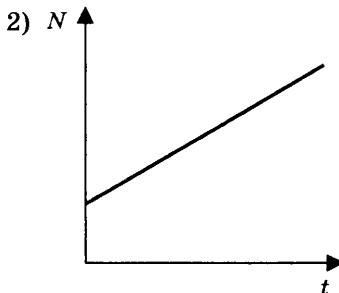
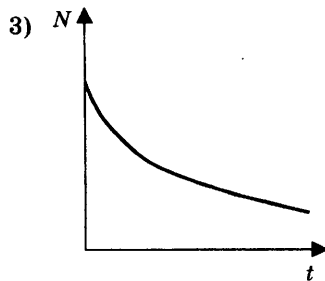
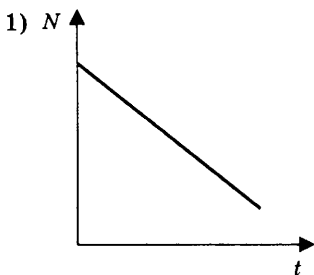
- А) оптическая сила линзы
Б) расстояние от линзы до изображения

- 1) $D = \frac{1}{d}$
2) $f = \frac{Fd}{d - F}$
3) $D = \frac{1}{F}$
4) $f = \frac{Fd}{d + F}$

Ответ:

А	Б

19. Характер изменения числа нераспавшихся ядер согласно закону радиоактивного распада правильно показан на графике



Ответ: .

20. Радиоактивный полоний ${}_{84}^{214}\text{Po}$, испытав 1 α -распад и 2 β -распада, превратился в изотоп

1) свинца ${}_{82}^{208}\text{Pb}$

3) свинца ${}_{82}^{207}\text{Pb}$

2) полония ${}_{84}^{210}\text{Po}$

4) висмута ${}_{83}^{209}\text{Bi}$

Ответ: .

21. Частота ультрафиолетового излучения 10^{15} Гц. Чему равен импульс одного фотона ультрафиолетового излучения, умноженный на 10^{27} ? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ кг · м/с

22. При измерении давления света на поверхность увеличили частоту падающего света, не изменяя число фотонов, падающих на поверхность каждую секунду. Как при этом изменится интенсивность падающего света и давление, оказываемое на поверхность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

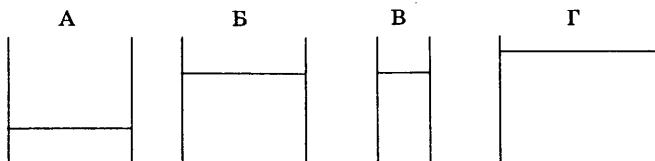
2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Интенсивность	Давление

23. В цилиндрический сосуд налита жидкость. Была высказана гипотеза, что давление жидкости на дно сосуда зависит от площади дна сосуда. Для проверки этой гипотезы нужно выбрать следующие два опыта из представленных ниже:



- 1) А и В 2) Б и В 3) А и Г 4) Б и Г

Ответ: .

24. Исследовалась зависимость напряжения на обкладках конденсатора от заряда этого конденсатора. Результаты измерений представлены в таблице.

q , мКл	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05
U , В	0	0,04	0,12	0,16	0,22	0,24

Погрешности измерений величин q и U равнялись соответственно 0,005 мКл и 0,01 В.

Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. Электроёмкость конденсатора примерно равна 5 мФ.
2. Электроёмкость конденсатора примерно равна 200 мкФ.
3. С увеличением заряда напряжение увеличивается.
4. Для заряда 0,06 мКл напряжение на конденсаторе составит 0,5 В.
5. Напряжение на конденсаторе не зависит от заряда.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Шайбе массой 100 г, находящейся на наклонной плоскости, сообщили скорость 4 м/с, направленную вверх вдоль наклонной плоскости. Шайба остановилась на расстоянии 1 м от начала движения. Угол наклона плоскости 30° . Чему равна сила трения шайбы о плоскость?

Ответ: _____ Н

26. В термос с большим количеством воды при температуре $t_1 = 0^\circ\text{C}$ кладут $m = 1,5$ кг льда с температурой $t_2 = -33^\circ\text{C}$. Какая масса воды замёрзнет при установлении теплового равновесия?

Ответ: _____ г

27. Две частицы с одинаковыми массами и отношением зарядов $\frac{q_1}{q_2} = \frac{1}{2}$ попадают в однородное магнитное поле, вектор магнитной индукции которого перпендикулярен векторам скорости частиц. Кинетическая энергия первой частицы в 2 раза меньше, чем у второй. Чему равно отношение радиусов кривизны траекторий $\frac{R_1}{R_2}$ первой и

второй частиц в магнитном поле? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Окно в тёплой комнате запотело. Какой должна быть относительная влажность воздуха в комнате, чтобы наблюдалось это явление? Температура воздуха в комнате 25°C , температура воздуха на улице 12°C . Поясните, как вы получили ответ.

(Для ответа на этот вопрос воспользуйтесь таблицей для давления насыщенных паров воды.)

**Давление насыщенных паров воды
при различных температурах**

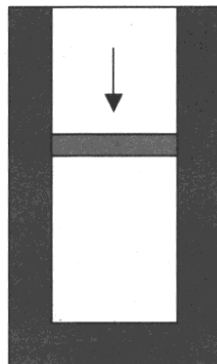
$t, ^\circ\text{C}$	0	2	4	6	8	10	12	14
$p, \text{кПа}$	0,611	0,705	0,813	0,934	1,07	1,23	1,4	1,59

$t, ^\circ\text{C}$	16	18	20	22	24	25	30	40
$p, \text{кПа}$	1,81	2,06	2,19	2,64	2,99	3,17	4,24	7,37

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Кусок пластилина сталкивается со скользящим навстречу ему по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластилина и бруска перед ударом направлены противоположно и равны $v_{\text{пл}} = 10 \text{ м/с}$ и $v_{\text{бр}} = 5 \text{ м/с}$. Масса бруска в 3 раза больше массы пластилина. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,48$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 25%?

30. В вертикальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем находится 0,5 моль гелия. Поршень сначала удерживают, затем сообщают ему скорость 10 м/с, и он начинает опускаться. Масса поршня 1 кг. На сколько нагреется гелий к моменту остановки поршня, если при этом он опустился на 10 см? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь.



31. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 12 \text{ В}$ и внутренним сопротивлением $r = 2 \text{ Ом}$ подключён реостат, сопротивление которого можно изменять в пределах от 1 Ом до 10 Ом. При какой силе тока в цепи на реостате выделяется максимальная мощность?
32. Работа выхода электрона из металлической пластины:

$$A_{\text{вых}} = 4,5 \cdot 10^{-19} \text{ Дж.}$$

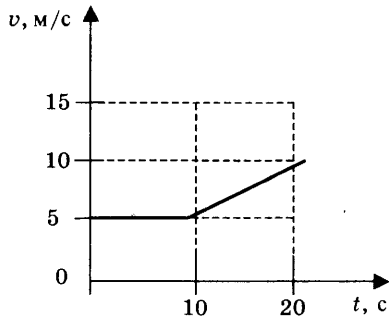
Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с длиной волны $\lambda = 375 \text{ нм}$?

ВАРИАНТ 19

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости скорости велосипедиста от времени.

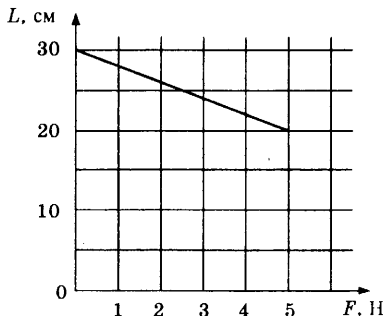


Путь, пройденный велосипедистом за 20 с, равен

- 1) 50 м 3) 125 м
2) 100 м 4) 200 м

Ответ: .

2. На графике представлена длина пружины в зависимости от приложенной силы. Коэффициент жёсткости пружины равен



1) 0,5 Н/м

3) 50 Н/м

2) 2 Н/м

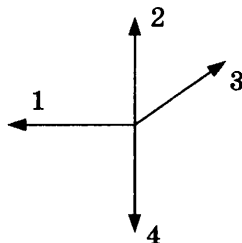
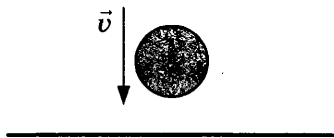
4) 200 Н/м

Ответ: .

3. Тело, импульс которого равен 2 кг·м/с, движется прямолинейно. Чему стал равен импульс тела после действия на тело постоянной силы величиной 3 Н в течение 5 с? Сила действует в направлении движения тела.

Ответ: _____ кг · м/с

4. Мяч падает вертикально вниз на горизонтальную поверхность со скоростью v , как показано на рисунке, и отскакивает от неё вверх.



Какая стрелка правильно указывает направление вектора изменения импульса мяча?

В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____

5. При сжатии _ пружины на 2 см максимальная приложенная сила оказалась равной 20 Н. Чему равна работа, совершённая при сжатии пружины?

Ответ: _____ Дж

6. Математический маятник массой m совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдёт с частотой и амплитудой колебаний маятника, если при неизменной длине нити уменьшить массу?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

3) не изменится

2) уменьшится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Амплитуда колебаний

7. Установите соответствие между записанными в первом столбце видами движения и формулами, по которым можно рассчитать их характеристики.

ВИД ДВИЖЕНИЯ

- А) равномерное
Б) равноускоренное

ФОРМУЛА ДВИЖЕНИЯ

- 1) $S = vt + \frac{at^2}{2}$
2) $S = \frac{v^2}{R}$
3) $S = vt$
4) $S = v + at$

Ответ:

А	Б

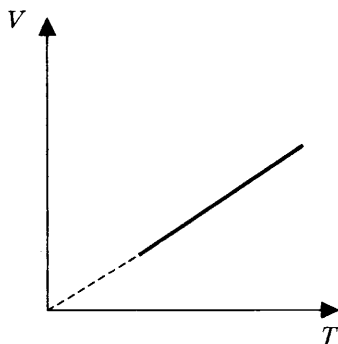
8. Если оставить в помещении открытый флакон с сильно пахнущей жидкостью, то запах постепенно распространится на всё помещение. Этот процесс происходит благодаря

- 1) броуновскому движению 3) диффузии
2) теплопроводности 4) излучению

Ответ: .

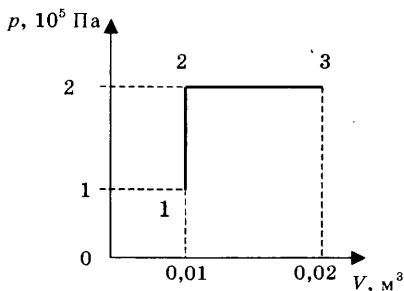
9. На рисунке приведён график зависимости объёма 1 кг идеального газа от температуры. Этот график соответствует процессу

- 1) изохорному 3) изотермическому
2) изобарному 4) адиабатическому



Ответ: .

10. Во сколько раз изменилась температура газа при переходе из состояния 1 в состояние 3?



Ответ: _____

11. В сосуде под поршнем находится смесь двух идеальных газов: кислорода в количестве 1 моль и азота в количестве 4 моль. Объём смеси увеличили в 2 раза, а затем добавили еще 1 моль кислорода. Температура оставалась постоянной. Как изменились в результате парциальные давления кислорода и азота?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилось 2) уменьшилось 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Парциальное давление кислорода	Парциальное давление азота

12. Установите соответствие между названием изопроцесса (левый столбец) и формулами, описывающими превращения энергии в этих процессах (правый столбец, Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии, A — работа газа).

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

ФОРМУЛА ДЛЯ
РАСЧЁТА

А) адиабатный

1) $Q = \Delta U + A$

Б) изохорный

2) $Q = A$

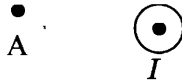
3) $Q = \Delta U$

4) $\Delta U = -A$

Ответ:

А	Б

13. На рисунке изображён горизонтальный проводник, по которому течёт электрический ток в направлении «к нам».



В точке А вектор индукции магнитного поля направлен

- 1) в плоскости рисунка вертикально вниз ↓
- 2) в плоскости рисунка вертикально ↑
- 3) перпендикулярно плоскости рисунка к нам ⊙
- 4) перпендикулярно плоскости рисунка от нас ⊗

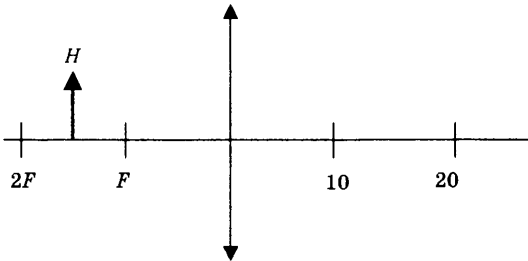
Ответ: .

14. В момент размыкания электрической цепи, содержащей катушку,

- 1) индукционный ток не появится
- 2) появится индукционный ток, помогающий исчезновению тока
- 3) появится индукционный ток, препятствующий исчезновению тока
- 4) появится постоянный индукционный ток

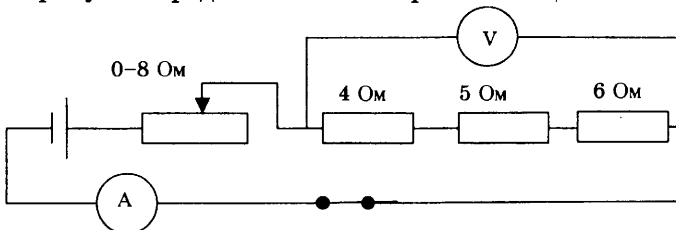
Ответ: .

15. На каком расстоянии от тонкой собирающей линзы находится изображение предмета H ?



Ответ: _____ см

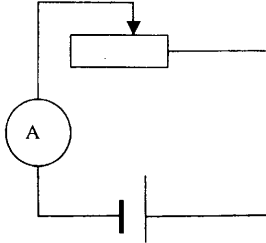
16. На рисунке представлена электрическая цепь.



Вольтметр показывает напряжение 12 В. Какую силу тока показывает амперметр?

Ответ: _____ А

17. На рисунке представлена электрическая цепь, состоящая из источника тока, реостата и амперметра. Как изменятся сопротивление реостата и сила тока в цепи при движении ползунка реостата влево?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 3) не изменится
2) уменьшится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сопротивление реостата	Сила тока

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) мощность электрического тока
Б) работа электрического тока

- 1) IR
2) $I(R + r)$
3) IU
4) qU

Ответ:

А	Б

19. В состав атома входят

- 1) только отрицательно заряженные электроны
2) только положительно заряженное атомное ядро

- 3) электрически нейтральное ядро и отрицательно заряженные электроны
 4) положительно заряженное ядро и отрицательно заряженные электроны

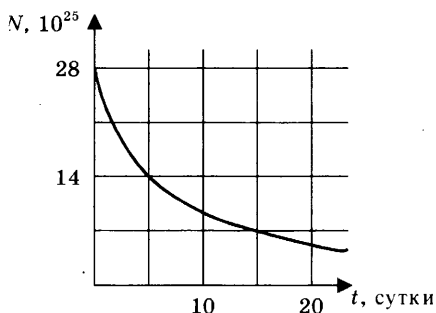
Ответ: .

20. Импульс одного фотона видимого излучения равен $1,47 \cdot 10^{-27}$ кг · м/с. Частота видимого излучения равна

- 1) $6 \cdot 10^{16}$ Гц
 2) $2 \cdot 10^{15}$ Гц
 3) 10^{15} Гц
 4) $6,7 \cdot 10^{14}$ Гц

Ответ: .

21. На рисунке показан график зависимости числа нераспавшихся ядер атома висмута ${}_{83}^{210}\text{Bi}$ от времени.



Каков период полураспада ядер атомов висмута?

Ответ: _____ суток

22. Частота колебаний волны рентгеновского фотона увеличилась. Как при этом изменились длина волны фотона и его импульс?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

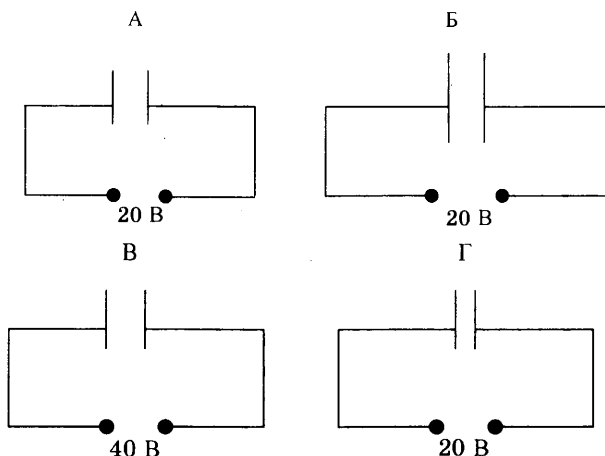
- 1) увеличилось
 2) уменьшилось
 3) не изменилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны	Импульс фотона

23. Плоский воздушный конденсатор подключён к источнику тока. Была высказана гипотеза, что электроёмкость кон-

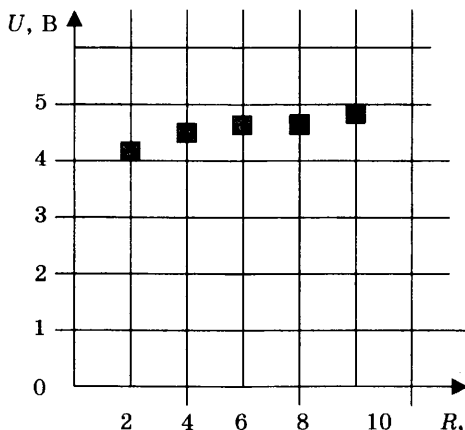
денсатора зависит от расстояния между его пластинами. Для проверки этой гипотезы нужно выбрать следующие два опыта из представленных ниже:



- 1) А и В 2) Б и А 3) А и Г 4) Б и Г

Ответ: .

24. На графике представлены результаты измерения напряжения на реостате U при различных значениях сопротивления реостата R . Погрешность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,2$ В, сопротивления $\Delta R = \pm 0,5$ Ом.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. С уменьшением сопротивления напряжение уменьшается.

2. При сопротивлении 2 Ом сила тока примерно равна 0,5 А.
3. При сопротивлении 1 Ом сила тока в цепи примерно равна 3 А.
4. При сопротивлении 10 Ом сила тока примерно равна 0,48 А.
5. Напряжение не зависит от сопротивления.

Ответ:

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

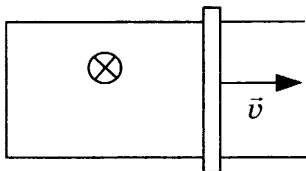
25. Шарик массой 50 г бросили вертикально вверх с начальной скоростью 10 м/с. Шарик поднялся на высоту 4 м и упал обратно. Чему равна сила сопротивления движению шарика?

Ответ: _____ Н

26. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно, совершая за один цикл работу 2 кДж. Количество теплоты 2 кДж рабочее тело двигателя отдаёт за один цикл холодильнику, температура которого 17 °С. Чему равна температура нагревателя?

Ответ: _____ °С

27. П-образный контур находится в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости контура (см. рис.). Индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл.



По контуру со скоростью $v = 1$ м/с скользит перемычка длиной $l = 20$ см. Сила индукционного тока в контуре $I = 4$ мА. Чему равно сопротивление перемычки?

Ответ: _____ Ом

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Человек в очках вошёл с улицы в тёплую комнату и обнаружил, что его очки запотели. Какой должна быть температура на улице, чтобы наблюдалось это явление? Температура воздуха в комнате $18\text{ }^{\circ}\text{C}$, относительная влажность воздуха 50% . Поясните, как вы получили ответ.

(Для ответа на этот вопрос воспользуйтесь таблицей для давления насыщенных паров воды.)

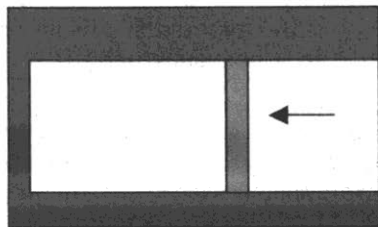
Давление насыщенных паров воды при различных температурах

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	0	2	4	6	8	10	12	14
$p, \text{ кПа}$	0,611	0,705	0,813	0,934	1,07	1,23	1,4	1,59

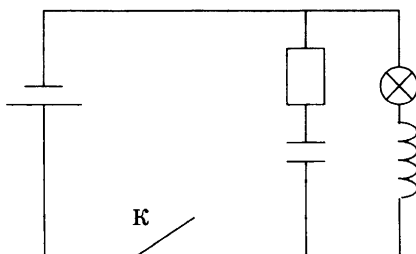
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	16	18	20	22	24	25	30	40
$p, \text{ кПа}$	1,81	2,06	2,19	2,64	2,99	3,17	4,24	7,37

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Мяч бросают вертикально вверх со скоростью 20 м/с . Какой путь пройдёт мяч за 3 секунды движения? Сопротивлением воздуха пренебречь.
30. В горизонтальном теплоизолированном цилиндрическом сосуде под поршнем при комнатной температуре находится $0,5$ моль гелия. Поршню сообщают скорость 8 м/с , направленную влево. Масса поршня 1 кг . На сколько изменится температура гелия к моменту остановки поршня? Трением и теплообменом с поршнем пренебречь.



31. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 20 В; ёмкость конденсатора 400 мкФ; индуктивность катушки 8 мГн; сопротивление лампы 4 Ом и сопротивление резистора 6 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какая энергия выделится в резисторе после размыкания ключа? Внутренним сопротивлением источника, а также сопротивлением проводов и катушки пренебречь.



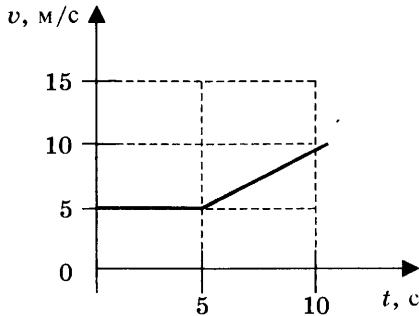
32. Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора ёмкостью 20 мкФ и катушки индуктивностью 8 мГн. Амплитуда колебаний заряда на конденсаторе 8 нКл. Какова максимальная энергия магнитного поля катушки?

ВАРИАНТ 20

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведён график зависимости скорости велосипедиста от времени.



Ускорение велосипедиста в интервале времени от 5 с до 10 с равно

- 1) 0
2) $0,25 \text{ м/с}^2$
3) $0,5 \text{ м/с}^2$
4) 1 м/с^2

Ответ: .

2. Брусок соскальзывает с наклонной плоскости с увеличивающейся скоростью. Для сил, действующих на брусок, верным является утверждение:

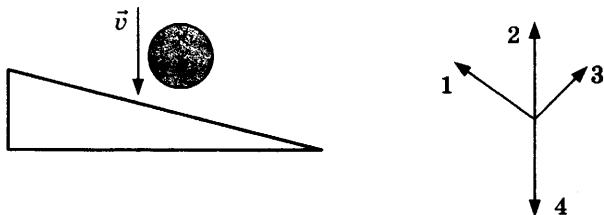
- 1) сумма всех сил, действующих на брусок, равна нулю
2) на брусок действует только сила тяжести
3) на брусок не действуют никакие силы
4) сумма всех сил, действующих на брусок, не равна нулю

Ответ: .

3. Самолёт летит со скоростью $v_1 = 180$ км/ч, а вертолёт со скоростью $v_2 = 90$ км/ч. Масса самолёта $m = 3000$ кг. Отношение импульса самолёта к импульсу вертолёта равно 1,5. Чему равна масса вертолёта?

Ответ: _____ т

4. Мяч падает вертикально вниз на наклонную плоскость со скоростью v , как показано на рисунке, и упруго отскакивает от неё.



Какая стрелка правильно указывает направление вектора изменения импульса мяча?

В ответе укажите номер этого вектора.

Ответ: _____

5. Потенциальная энергия растянутой пружины первоначально составляла 0,05 Дж, далее потенциальная энергия увеличилась в 9 раз. Во сколько раз увеличилось растяжение пружины?

Ответ: _____ раз

6. Мяч свободно падает с некоторой высоты. Как изменяются кинетическая энергия мяча и полная механическая энергия мяча в процессе движения? Сопротивление воздуха не учитывать.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

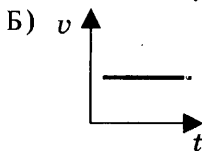
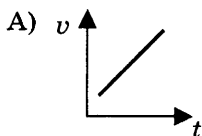
- 1) увеличивается 3) не изменяется
 2) уменьшается

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Кинетическая энергия	Полная механическая энергия

7. Установите соответствие между изображёнными в первом столбце графиками различных движений и названием движения.

ГРАФИКИ



НАЗВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ

- 1) равномерное
- 2) равнозамедленное
- 3) равноускоренное
- 4) с переменным ускорением

Ответ:

А	Б

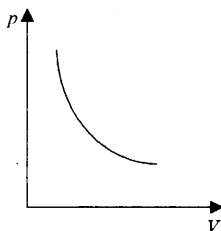
8. При понижении абсолютной температуры идеального газа в 2 раза средняя квадратичная скорость теплового движения молекул

- 1) уменьшится в 1,4 раза
- 2) увеличится в 1,4 раза
- 3) уменьшится в 2 раза
- 4) увеличится в 2 раза

Ответ: .

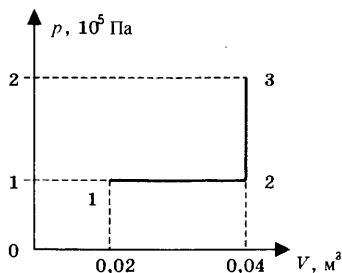
9. На рисунке приведён график зависимости давления 1 кг идеального газа от объёма. Этот график соответствует процессу

- 1) изохорному
- 2) изобарному
- 3) изотермическому
- 4) неизвестному, так как не задан вид газа



Ответ: .

10. Какую работу совершает газ при переходе из состояния 1 в состояние 3?



Ответ: _____ кДж

11. Идеальный одноатомный газ изотермически расширяется. Как при этом изменяются его давление и температура? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Температура

12. Установите соответствие между названием изопроцесса (левый столбец) и формулами, описывающими превращения энергии в этих процессах (правый столбец: Q — количество теплоты, ΔU — изменение внутренней энергии, A — работа газа).

НАЗВАНИЕ
ИЗОПРОЦЕССА

ФОРМУЛА ДЛЯ
РАСЧЁТА

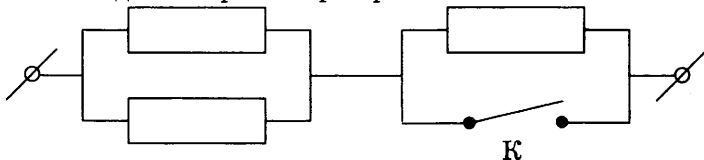
- А) изотермический
Б) изохорный

- 1) $Q = \Delta U + A$
2) $Q = A$
3) $Q = \Delta U$
4) $\Delta U = -A$

Ответ:

А	Б

13. На участке цепи, изображённом на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно R .



Полное сопротивление участка при замкнутом ключе K равно

- 1) $R/2$ 2) R 3) $2R$ 4) $3R$

Ответ: .

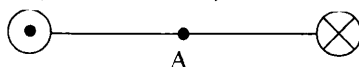
14. На рисунке изображены два проводника с токами, текущими в противоположных направлениях. Если величина вектора магнитной индукции, создаваемой каждым из проводников в точке A , равна B , то магнитная индукция результирующего магнитного поля в точке A равна

1) 0

2) B

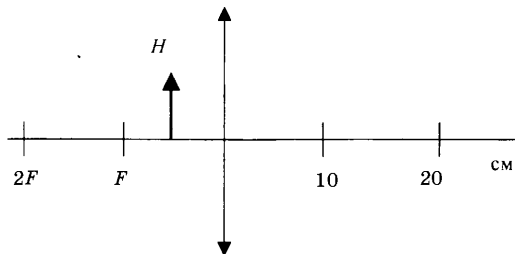
3) $2B$

4) $B/2$



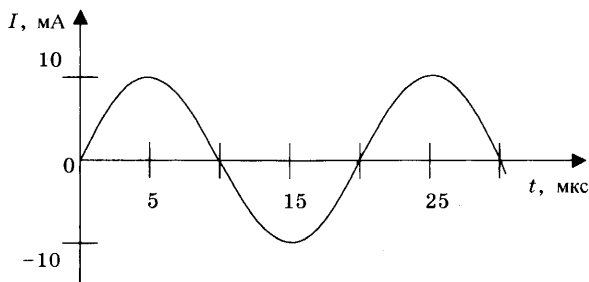
Ответ: .

15. На каком расстоянии от тонкой собирающей линзы находится изображение предмета H ?



Ответ: _____ см

16. На рисунке приведён график гармонических колебаний тока в колебательном контуре. Индуктивность катушки равна 8 мГн.



Чему равна максимальная энергия магнитного поля катушки?

Ответ: _____ мкДж

17. В колебательном контуре с индуктивностью L и ёмкостью C происходят электромагнитные колебания с периодом T и амплитудой q_0 . Что произойдёт с периодом и максимальной энергией конденсатора, если при неизменных амплитуде и ёмкости уменьшить индуктивность?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится

3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	Максимальная энергия конденсатора

18. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) Магнитная индукция

1) $\frac{\Delta q}{\Delta t}$

Б) напряжённость электрического поля

2) $\frac{F}{q}$

3) $\frac{F}{Il}$

4) IU

Ответ:

А	Б

19. Период полураспада ядер атомов кобальта ${}^{60}_{27}\text{Co}$ составляет 5,2 года. Это означает, что в образце, содержащем большое число атомов кобальта,

- 1) все изначально имевшиеся атомы распадутся через 10,4 года
- 2) половина начального количества атомов распадется за 5,2 года
- 3) половина начального количества атомов распадется за 2,6 года
- 4) все изначально имевшиеся атомы распадутся через 5,2 года

Ответ: .

20. Радиоактивный нептуний ${}^{237}_{93}\text{Np}$ испытал 2 α -распада и 1 β -распад. Получившийся в результате изотоп ядра будет иметь заряд Z и массовое число A :

1) $A = 245$

$Z = 97$

2) $A = 235$

$Z = 96$

3) $A = 229$

$Z = 90$

4) $A = 233$

$Z = 87$

Ответ: .

21. Энергия рентгеновского фотона $2 \cdot 10^{-14}$ Дж. Чему равна частота волны рентгеновского фотона с энергией, в 2 раза меньшей? Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ $\cdot 10^{19}$ Гц

22. Произошел β -распад атомного ядра. Как при этом изменилось число протонов и нейтронов в ядре?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличилось

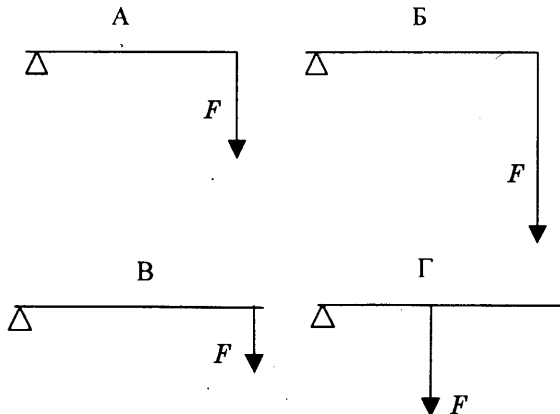
3) не изменилось

2) уменьшилось

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число протонов	Число нейтронов

23. К рычагу, закреплённому с одного конца, прикладывается сила. Была высказана гипотеза, что момент силы зависит от плеча силы. Для проверки этой гипотезы нужно выбрать следующие два опыта из представленных ниже:



1) А и В

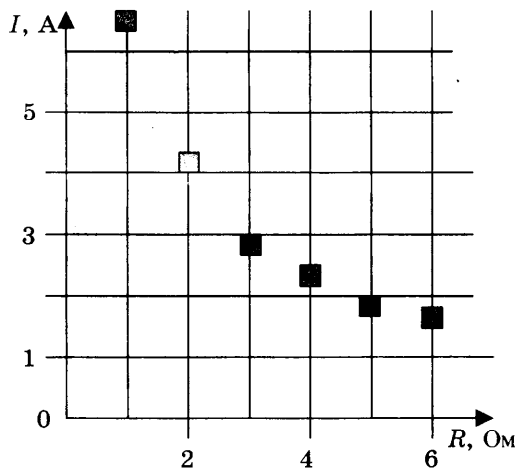
2) Б и Г

3) А и Г

4) А и В

Ответ: .

24. На графике представлены результаты измерения силы тока на реостате I при различных значениях сопротивления реостата R . Погрешность измерения напряжения $\Delta U = \pm 0,2$ В, сопротивления $\Delta R = \pm 0,5$ Ом.



Выберите два утверждения, соответствующие результатам этих измерений.

1. С уменьшением сопротивления сила тока уменьшается.
2. При сопротивлении 2 Ом напряжение примерно равно 8,5 В.
3. При сопротивлении 1 Ом напряжение примерно равно 7 В.
4. При сопротивлении 6 Ом сила тока примерно равна 1,7 А.
5. Напряжение не зависит от сопротивления.

Ответ:

--	--

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Пуля массой 10 г, летящая со скоростью 200 м/с, пробивает доску толщиной 2 см и вылетает со скоростью 100 м/с. Чему равна сила сопротивления доски?

Ответ: _____ Н

26. По проводнику длиной 8 см течёт ток 50 А. В магнитном поле с индукцией 20 мТл, направленной перпендикулярно проводнику, проводник переместился на расстояние 20 см в направлении действия силы. Какую работу совершила сила Ампера?

Ответ: _____ мДж

27. Предмет высотой 3 см расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии 40 см от её оптического центра. Фокусное расстояние линзы 20 см. Найдите высоту изображения предмета.

Ответ: _____ см

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

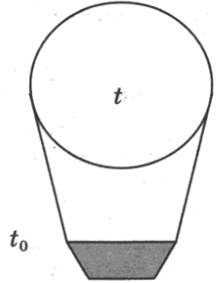
Для записи ответов на задания (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Электрическая цепь состоит из аккумуляторной батареи, к которой последовательно подключены ключ, резистор сопротивлением 2 Ом, амперметр, показывающий силу тока 0,8 А, реостат, сопротивление которого меняется от 0 до 8 Ом. Параллельно аккумулятору подключён вольтметр, показывающий напряжение 4 В. Составьте принципиальную электрическую схему этой цепи. Объясните, как изменятся (уменьшатся или увеличатся) сила тока в цепи и напряжение на аккумуляторе при уменьшении сопротивления реостата до минимального значения. Укажите законы, которые вы применили.

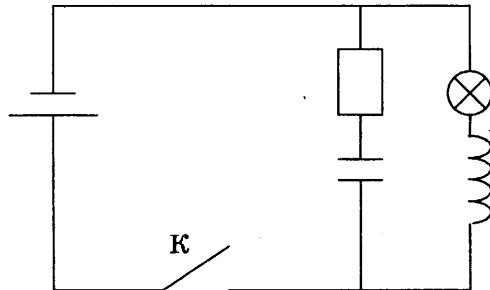
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Кусок пластина сталкивается со скользящим в том же направлении по горизонтальной поверхности стола бруском и прилипает к нему. Скорости пластины и бруска перед ударом направлены в одну сторону и равны $v_{пл} = 10$ м/с и $v_{бр} = 5$ м/с. Масса бруска в 3 раза больше массы пластины. Коэффициент трения скольжения между бруском и столом $\mu = 0,48$. На какое расстояние переместятся слипшиеся брусок с пластилином к моменту, когда их скорость уменьшится на 25%?

30. Аэростат объёмом $V = 200$ м³ наполняют горячим воздухом при температуре $t = 280$ °С и нормальном атмосферном давлении. Температура окружающего воздуха $t_0 = 0$ °С. Какую максимальную массу должна иметь оболочка аэростата, чтобы он мог подниматься? Оболочка аэростата нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.



31. В электрической цепи, показанной на рисунке, ЭДС источника тока равна 20 В; индуктивность катушки 8 мГн; сопротивление лампы 4 Ом и сопротивление резистора 6 Ом. В начальный момент времени ключ К замкнут. Какой должна быть ёмкость конденсатора, чтобы после размыкания ключа в лампе выделилась энергия 120 мДж? Внутренним сопротивлением источника, а также сопротивлением проводов и катушки пренебречь.



32. Красная граница фотоэффекта для некоторого металла $\lambda_{кр} = 497$ нм. Какова максимальная скорость электронов, выбиваемых из пластины светом с длиной волны $\lambda = 375$ нм?

ОТВЕТЫ

Часть 1 Ответы с 1 по 24

	Вар. 1	Вар. 2	Вар. 3	Вар. 4	Вар. 5	Вар. 6	Вар. 7
1	2	3	2	1	3	3	3
2	2	1	5 Н	2	0,7 м/с	0 м/с ²	2
3	20 Н	1Н	$\frac{\sin 2\alpha}{\sin \alpha}$	10 Н	~ 0,5	$\frac{mv^2}{2}$	0
4	1,5 м/с	2mv	2	mv	mv	0	0
5	в 3600 раз	100 раз	2 раза	2,5 раза	3 раза	4 раза	2 раза
6	331	25	44231	13	44231	332	55321
7	13	13	32	3132	1411	61231	2223
8	4	3	1	2	2	1	3
9	1	2	3	4	2	2	3
10	16 °С	50%	3 раза	6 раз	8 раз	2 раза	5 раз
11	133	1311	2122	222	222	111	121
12	31	24	1	1	1	2	2
13	3	4	1	4	4	4	3
14	1	1	1	2	1	2	4
15	8 В	3 Ом	2 А	100 Ом	0,5	2 А	3 мА
16	4 м	2	1	2	1	3	2
17	212	21	112	122	333	111	222
18	41	23	31	14	31	43	215
19	3	1	1	3	2	3	2
20	1	2	2	3	3	1	4
21	$E_{\text{макс}2} > 4 \text{ эВ}$	$\frac{h}{\lambda}$	$\frac{2h}{v}$,	3,5 эВ	$h\nu = A$	$\lambda_1 = n \lambda$	$E_{\text{макс}} - A$
22	13	41	13	42	41	64	23
23	4	1	1	3	1	1	4
24	2	2	4	1	3	3	2

	Вар. 8	Вар. 9	Вар. 10	Вар. 11	Вар. 12	Вар. 13	Вар. 14
1	2	1	2	2	2	3	4
2	1 м/с ²	3 Н	~ 500 Н	1	3	3	1
3	1 с	2 F	20 Н	10	25	5	65
4	mv	mv / M	0	2	3	4	2
5	2 раза	1,6 раза	21 раз	2	6	7	5
6	543	12	36	23	13	11	31
7	44231	55321	55321	41	13	32	31
8	2	2	1	4	2	4	4
9	4	2	3	1	2	3	3
10	2 раза	7 раз	16 раз	50	0	86	1009
11	2133	2322	133	21	13	12	21
12	1	3	2	23	12	31	14
13	4	3	2	4	2	3	4
14	2	4	4	3	4	2	1
15	0,5 А	1 : 2 : 3	25 В	15	2	40	16
16	30 гра- дусов	2	4	120	24	600	18
17	111	222	333	21	32	12	23
18	132	43	52	21	42	41	43
19	1	3	3	3	4	4	4
20	2	3	2	2	2	4	2
21	1	Z-2	4	2000	44	13,6	3,8
22	13	41	23	32	32	31	23
23	3	3	1	3	2	1	2
24	3	1	1	25	24	25	14

	Bap. 15	Bap. 16	Bap. 17	Bap. 18	Bap. 19	Bap. 20
1	1	3	1	2	3	4
2	3	2	3	2	3	4
3	0,5	3	0	4	17	4
4	3	3	3	1	2	3
5	12	4	1,5	13,5	0,2	3
6	23	31	32	32	33	13
7	43	13	24	21	31	31
8	4	2	3	4	3	1
9	2	1	1	2	2	3
10	3	415	700	9	4	2
11	11	13	22	32	32	23
12	42	31	42	12	43	23
13	4	1	2	2	1	1
14	1	1	3	4	3	3
15	0,2	15	300000	35	30	10
16	40	0,5	2	1,2	0,8	0,4
17	22	23	13	12	12	23
18	41	34	21	32	34	32
19	3	2	3	3	4	2
20	1	2	1	2	4	3
21	5700	12,1	4	2,2	5	1,5
22	13	31	23	11	21	12
23	1	1	1	2	3	3
24	25	13	24	23	14	24

Часть 2
Ответы с 25-32

№ задания	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
25	150 Дж	$-\mu(mg - F\sin\alpha)s$	60 см
26	600 Дж	600 Дж	-400 Дж
27	5 В	синусоидальная	5 В
28	50%	40%	50 %
29	10 м/с	7 м/с	4,5 м/с
30	$14 \cdot 10^4$ Дж	$18 \cdot 10^4$ Дж	$-18 \cdot 10^4$ Дж
31	12 В	24 В; 1 Ом	12 В; 0,6 Ом
32	$\approx 3,0$ м	- 2,64 МэВ	$\approx 3,4$ м

№ задания	Вариант 4	Вариант 5	Вариант 6
25	750 Н	500 Н	40 Дж
26	1	200 Дж	$A' = S_{ECDF}$
27	1 и 2	100 рад/с	2 Ом
28	50%	20%	50%
29	5 м	10 м/с	1800 Н
30	$-14 \cdot 10^4$ Дж	$-2 \cdot 10^4$ Дж	$2 \cdot 10^4$ Дж
31	1 Ом	≈ 5 м	5 мм
32	2 мм	$\approx 0,9$ кг	≈ 3 м

№ задания	Вариант 7	Вариант 8	Вариант 9
25	0 Дж	150 Н	1 с
26	-200 Дж	0 Дж	1
27	3	0,5 А	1
28	50%	90%	80%
29	10 м/с	5 м	5 м
30	700 Дж	-700 Дж	$-6 \cdot 10^4$ Дж
31	2 В	$\approx 16\,000$ м / с	1 Ом
32	≈ 5 мм	≈ 12 кг	$\approx 7 \cdot 10^5$ м/с

№ зад.	Вариант 10	Вариант 11	Вариант 12	Вариант 13
25	-60 Дж	15	12	1
26	200 Дж	2,8	4,5	420
27	5 В	9	2,8	1,5
28	25%			
29	8 м/с	1,6 м	10,6 Н	75 м
30	$6 \cdot 10^4$ Дж	≈ 47 мин	19 кг	37,5 Дж
31	≈ 8000 м/с	1,1 Вт; 3,76 Вт	14,4 Вт; 8,8 Вт	0,3 А 19,2 В
32	$\approx 5,5$ МэВ	$4,9 \cdot 10^5$ м/с	8 м/с вправо	8 м/с

№ зад.	Вариант 14	Вариант 15	Вариант 16	Вариант 17
25	0,4	0,2	10	0,75
26	90	0,5	20	420
27	231	500	15	64
28				
29	1,96 м	18,75 Н	0,13 м	80 м
30	7,5 кДж	220 °С	16 м/с	11 м/с
31	0,06 А 20,3 В	4 мкКл	15 В	1,8 мкКл
32	1,7 мПа	6 нКл	$4,6 \cdot 10^5$ м/с	$6,6 \cdot 10^{-8}$ с

№ задания	Вариант 18	Вариант 19	Вариант 20
25	0,3	0,125	7500
26	315	307	16
27	1,4	10	3
28			
29	0,07 м	25 м	1,78 м
30	8 К	5 К	129 кг
31	3 А	108 мДж	1 мФ
32	$4,2 \cdot 10^5$ м/с	1,6 пДж	$5,3 \cdot 10^5$ м/с

ГЛАВА III. СБОРНИК ЗАДАНИЙ

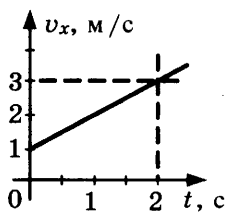
ЧАСТЬ 1 ЕГЭ

1. Механика

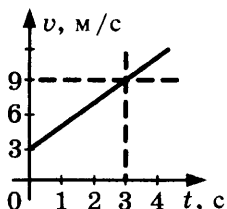
1. На парте лежит учебник. Относительно каких тел эта книга покоится? Относительно каких движется?
2. В каких задачах искусственный спутник Земли нельзя считать материальной точкой?
3. В каких задачах автобус можно считать материальной точкой?
4. Вертолет поднимается вертикально вверх. Какова траектория движения точки на конце лопасти винта вертолета в системе отсчета, связанной с винтом?
5. Стюардесса вышла из кабины пилота, прошла по всему самолету и вернулась обратно. Чему приблизительно равен путь стюардессы в системе отсчета, связанной с самолетом?
6. Турист обошел круглое озеро, радиус которого 150 м. Чему равен путь, пройденный туристом?
7. Лыжник, двигаясь на запад, проехал 8 км, затем повернул на север и проехал еще 12 км. Чему равен его путь?
8. Материальная точка, двигаясь прямолинейно, переместилась из точки с координатами $(-2; 3)$ в точку с координатами $(1; 7)$. Определите модуль вектора перемещения.
9. Координата материальной точки изменяется с течением времени согласно формуле $x = 8 - 3t$. Чему равна координата материальной точки через 2 с после начала движения?
10. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 10 - 4t$. В какой момент времени координата этого тела будет равна нулю?
11. Поезд длиной 560 м, двигаясь равномерно, прошел мост длиной 640 м за 2 мин. Определите скорость поезда.

12. В трубопроводе с площадью поперечного сечения 100 см^2 нефть движется со скоростью $1,4 \text{ м/с}$. Какой объём нефти проходит по трубопроводу в течение 10 мин ?
13. При движении моторной лодки по течению реки ее скорость относительно берега 10 м/с , а при движении против течения 6 м/с . Определите скорость течения реки.
14. При обработке детали на токарном станке скорость продольной подачи резца равна 4 см/мин , а скорость поперечной подачи 3 см/мин . Какова скорость резца относительно корпуса станка при этом режиме работы?
15. По двум параллельным железнодорожным путям равномерно движутся два поезда в одном направлении: грузовой со скоростью 48 км/ч и пассажирский — со скоростью 102 км/ч . Какова величина относительной скорости поездов?
16. Автомобиль движется навстречу велосипедисту со скоростью 54 км/ч . С какой скоростью движется автомобиль относительно велосипедиста, если скорость велосипедиста 6 м/с ?
17. Автомобиль, двигаясь равноускоренно, через 10 с после начала движения достиг скорости 54 км/ч . Найдите ускорение автомобиля.
18. Лыжник равноускоренно съезжает со снежной горки. Скорость лыжника в конце спуска 15 м/с . Время спуска 30 с . Определите ускорение лыжника. Спуск начинается со скоростью 3 м/с .
19. За какое время автомобиль, двигаясь с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$, увеличит свою скорость с 36 км/ч до 72 км/ч ?
20. Велосипедист движется под уклон с ускорением $0,4 \text{ м/с}^2$. Какую скорость приобретет велосипедист через 15 с , если начальная скорость равна 4 м/с ?
21. Лыжник съезжает с горки, двигаясь равноускоренно. Время спуска равно 8 с , ускорение $1,4 \text{ м/с}^2$. В конце спуска его скорость 20 м/с . Определите начальную скорость лыжника.
22. Какую скорость надо сообщить шайбе вдоль горизонтальной поверхности катка, чтобы она, скользя с ускорением $0,5 \text{ м/с}^2$, остановилась на расстоянии 30 м ?

23. При равноускоренном прямолинейном движении скорость моторной лодки увеличилась за 10 с от 6 м/с до 8 м/с. Какой путь пройден лодкой за это время?
24. Какое расстояние s пройдёт автомобиль до полной остановки, если шофёр резко тормозит при скорости 60 км/ч, а от начала торможения до остановки проходит 6 с?
25. Длина дорожки для взлёта самолёта 450 м. Какова скорость самолёта при взлёте, если он движется равноускоренно и взлетает через 10 с после старта?
26. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = t^2 + 3t - 16$. В какой момент времени, координата тела будет равна 2 м?
27. Тело начинает двигаться из начала координат вдоль оси Ox , причем проекция скорости v_x меняется с течением времени по закону, приведенному на графике. Определите ускорение тела.



28. По графику зависимости модуля скорости от времени, представленному на рисунке, определите ускорение прямолинейно движущегося тела в момент времени 2 с.

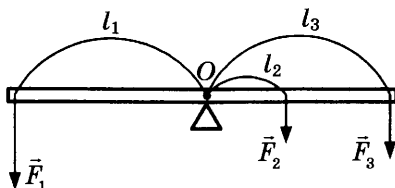


29. Камень брошен с некоторой высоты вертикально вниз с начальной скоростью 2 м/с. Чему будет равна скорость камня через 0,6 с после броска?
30. Камень брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Чему будет равен модуль скорости камня через 1,5 с после начала движения?

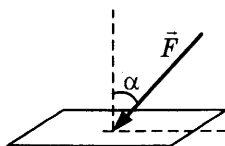
31. Материальная точка за 2 с прошла треть окружности. Определите период ее вращения.
32. Определите линейную скорость колеса, диаметр которого 40 см, а период вращения 2 с.
33. Колесо автомобиля, радиус которого 40 см, имеет угловую скорость 3 рад/с. Определите его центростремительное ускорение.
34. Определите центростремительное ускорение колеса, диаметр которого 60 см, а частота вращения 0,5 Гц.
35. Как изменится центростремительное ускорение точек обода колеса, если линейная скорость уменьшится в 3 раза?
36. Систему отсчета, связанную с Землей, можно приближенно считать инерциальной. При каком движении вертолета относительно Земли связанная с ним система отсчета также является инерциальной?
37. При каком движении автомобиля связанную с ним систему отсчета можно считать инерциальной?
38. Размеры оконного стекла 60 см \times 20 см, толщина 5 мм. Какова его масса? Плотность стекла 2500 кг/м³.
39. На два тела действуют равные силы. Первое тело массой 300 г движется с ускорением 2 м/с². Определите массу второго тела, если оно движется с ускорением 10 см/с².
40. Сила 40 Н сообщает телу ускорение 0,8 м/с². Какая сила сообщит этому телу ускорение 2 м/с²?
41. Порожний грузовой автомобиль массой 5 т начинает движение с ускорением 0,3 м/с². После загрузки при той же силе тяги он трогается с места с ускорением 0,2 м/с². Сколько тонн груза принял автомобиль? Сопротивлением движению пренебречь.
42. Какое наибольшее и наименьшее значение результирующей силы можно получить, имея в своем распоряжении две силы 7 Н и 9 Н? Сделайте чертеж.
43. Две силы 5 Н и 6 Н приложены к одному телу. Угол между направлениями сил 90°. Определите модуль равнодействующей этих сил.

44. Вес кирпича, лежащего на Земле, равен 50 Н. С какой силой Земля притягивается к кирпичу во время его свободного падения?
45. На поверхности озера плавают две лодки массой 200 кг каждая, в одной из них сидит человек массой 50 кг. Он подтягивает к себе с помощью веревки вторую лодку. Сила натяжения веревки 100 Н. Сила сопротивления воды мала. Какое по модулю ускорение будет у лодки с человеком?
46. Два тела, движущиеся по гладкой горизонтальной плоскости, столкнулись друг с другом. Первое тело массой 500 г после столкновения стало двигаться с ускорением 1 м/с^2 , а второе — 1 см/с^2 . Определите массу второго тела.
47. Два одинаковых шарика находятся на расстоянии 10 см друг от друга и притягиваются с силой $6,67 \cdot 10^{-15} \text{ Н}$. Какова масса каждого шарика?
48. Как изменится сила всемирного тяготения, если массу одного из взаимодействующих тел увеличить в 6 раз?
49. На некоторой планете сила тяжести, действующая на тело массой 2 кг, равна 8 Н. Определите по этим данным ускорение свободного падения на планете.
50. Камень неизвестной массой брошен вертикально вверх с начальной скоростью 20 м/с. Модуль силы тяжести, действующей на камень в момент броска, равен 2,5 Н. Какую массу имеет камень?
51. Определите ускорение свободного падения на поверхности Марса, если его масса $6,43 \cdot 10^{23} \text{ кг}$, а радиус $3,38 \cdot 10^6 \text{ м}$.
52. Средний радиус планеты Меркурий 2420 км, а ускорение свободного падения $3,72 \text{ м/с}^2$. Найдите массу Меркурия.
53. В Днепре поймали сома массой 300 кг. На сколько удлинится капроновая нить, жесткость которой 10 кН/м, при равномерном поднятии этого сома?
54. К пружине длиной 12 см, жесткость которой 500 Н/м, подвесили груз массой 3 кг. Какой стала длина пружины?
55. Определите коэффициент трения между змеей и землей, если змея массой 120 г движется равномерно со скоростью 1 м/с, при этом сила трения равна 0,15 Н.

56. К ободу колеса диаметром 60 см приложена касательная тормозящая сила 100 Н. Какой минимальный по величине вращательный момент может заставить колесо вращаться?
57. К маховику приложен вращательный момент 100 Н·м. Какое плечо должна иметь тормозящая сила в 500 Н, чтобы маховик не вращался?
58. На рычаг, находящийся в равновесии, действуют три силы F_1 , F_2 и F_3 . Плечи этих сил соответственно равны l_1 , l_2 и l_3 (см. рис.). Запишите условие равновесия рычага.



59. На горизонтальную поверхность действует сила \vec{F} , образующая с вертикалью угол α (см. рис.). При каком значении угла сила будет оказывать минимальное давление на поверхность?



60. На стол положили два кубика одинакового размера. Один изготовлен из стали ($\rho_{\text{стали}} = 7800 \text{ кг/м}^3$), а другой из алюминия ($\rho_{\text{алюминия}} = 2700 \text{ кг/м}^3$). Какой кубик оказывает на стол большее давление и во сколько раз?
61. Рыбка плавает в аквариуме. До поверхности ей плыть 20 см, а до дна 30 см. Какое давление воды испытывает рыбка? Плотность воды в аквариуме 1000 кг/м^3 .
62. Плотность воды в заливе Кара-Богаз-Гол 1200 кг/м^3 . Определите глубину, на которой давление воды составит 480 кПа.
63. К малому поршню гидравлического пресса приложена сила 10 Н, под действием которой за один ход он опускается на 25 см, вследствие чего большой поршень подни-

мается на 5 мм. Какая сила давления передается при этом на большой поршень?

64. При взвешивании груза в воздухе показание динамометра равно 2 Н. При опускании груза в воду показание динамометра уменьшается до 1,6 Н. Какая выталкивающая сила действует на груз?
65. Определите архимедову силу, действующую со стороны атмосферного воздуха на человека объемом 50 дм³? Плотность воздуха 1,3 кг/м³.
66. Железобетонная плита размером 4 м × 0,5 м × 0,25 м погружена в воду наполовину своего объема. Чему равна архимедова сила, действующая на нее? Плотность воды 1000 кг/м³.
67. В начале спуска лыжник имел скорость 2 м/с, а в конце 10 м/с. Во сколько раз изменился импульс лыжника?
68. Автомобиль массой 2 т начинает движение по дуге окружности радиусом 80 м. Определите импульс автомобиля, если его центростремительное ускорение равно 5 м/с².
69. Санки съехали с горки и продолжают движение по горизонтальной поверхности. На сколько изменится модуль импульса санок, если в течение 5 с на них действует сила трения, равная 20 Н?
70. Тело движется по прямой. Под действием постоянной силы за 4 с импульс тела увеличился с 20 кг · м/с до 32 кг · м/с. Чему равен модуль силы?
71. Два одинаковых бильярдных шара, каждый массой m , движутся один со скоростью v , а другой со скоростью $2v$ в перпендикулярных направлениях. Чему равен полный импульс системы?
72. Электровоз массой 180 т, движущийся со скоростью 0,5 м/с, сталкивается с неподвижным вагоном массой 45 т, после чего они движутся вместе. Определите скорость их совместного движения.
73. Два неупругих шара массами 6 кг и 4 кг движутся со скоростями 8 м/с и 2 м/с соответственно, направленными вдоль одной прямой. С какой скоростью они будут двигаться после абсолютно неупругого соударения? Шары движутся навстречу друг другу.

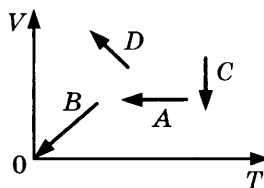
74. Установленная на очень гладком льду замерзшего озера, пушка массой 200 кг стреляет в горизонтальном направлении. Масса выстреливаемого ядра 5 кг, его скорость при вылете из ствола 80 м/с. Какова скорость пушки после выстрела?
75. Мальчик тянет санки за веревку с силой 50 Н. Пройдя с санками 100 м, он совершил работу 2500 Дж. Найдите угол между веревкой и дорогой.
76. С помощью динамометра, расположенного под углом 30° к горизонтальной поверхности, равномерно перемещают брусок массой 100 г на расстояние, равное 20 см. Определите работу равнодействующей всех сил.
77. Спортсмен поднял штангу массой 210 кг за 0,5 с на высоту 2 м. Какую мощность он при этом развил?
78. Под действием силы тяги 2000 Н автомобиль движется с постоянной скоростью 72 км/ч. Определите мощность двигателя автомобиля.
79. Заяц массой 5 кг может разогнаться до скорости 60 км/ч. Определите кинетическую энергию зайца.
80. Девочка, масса которой 42 кг, поднялась на второй этаж, который находился на высоте 6 м от поверхности Земли. Определите ее потенциальную энергию.
81. При растяжении пружины на 10 см в ней возникает сила упругости, равная 25 Н. Определите потенциальную энергию этой пружины при растяжении ее на 6 см.
82. Камень брошен вертикально вверх. В момент броска он имел кинетическую энергию 30 Дж. Какую кинетическую энергию будет иметь камень в верхней точке траектории полета?
83. Тело массой 500 г брошено с высоты 10 м над поверхностью земли со скоростью 10 м/с. Какой будет кинетическая энергия тела в момент приземления?
84. Двигатель игрушечного автомобиля потребляет мощность 400 Вт. Определите КПД двигателя, если машинка движется со скоростью 4 м/с, а сила сопротивления движению 25 Н.

2. Молекулярная физика. Газовые законы

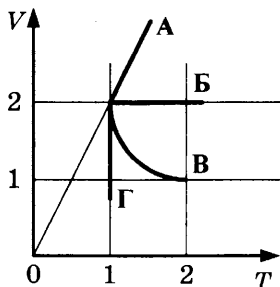
85. Как изменяется скорость движения броуновской частицы при понижении температуры?
86. В каком агрегатном состоянии молекулы участвуют в скачкообразном движении?
87. На поверхность воды поместили каплю масла массой 0,2 мг. Капля растеклась, образовав пятно, толщиной в одну молекулу. Рассчитайте диаметр молекулы масла, если её плотность 900 кг/м^3 . Радиус пятна 20 см.
88. Молярная масса азота 0,028 кг/моль. Определите массу одной молекулы азота.
89. Температуру воды увеличили на 5 К. На сколько градусов изменилась температура по шкале Цельсия?
90. Чему равна средняя кинетическая энергия хаотического поступательного движения молекул идеального газа при температуре $27 \text{ }^\circ\text{C}$?
91. Средняя кинетическая энергия поступательного движения молекул газа в баллоне равна $4,14 \cdot 10^{-21}$ Дж. Чему равна температура газа в этом баллоне?
92. В результате нагревания газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Как изменилась при этом абсолютная температура газа?
93. Кислород находится в сосуде вместимостью $0,4 \text{ м}^3$ под давлением $8,31 \cdot 10^5$ Па и при температуре 320 К. Чему равна масса кислорода? Молярная масса кислорода $0,032 \text{ кг/моль}$.
94. Азот массой 0,3 кг при температуре 280 К оказывает давление на стенки сосуда, равное $8,31 \cdot 10^4$ Па. Чему равен объём газа? Молярная масса азота $0,028 \text{ кг/моль}$.
95. Газ при давлении 0,2 МПа и температуре $15 \text{ }^\circ\text{C}$ имеет объём 5 л. Чему равен объём этого же газа при нормальных условиях?
96. В цилиндре дизельного двигателя автомобиля КамАЗ-5320 температура воздуха в начале такта сжатия была $50 \text{ }^\circ\text{C}$. Найдите температуру воздуха в конце такта, если его объём уменьшается в 17 раз, а давление возрастает в 50 раз.

97. Газ находится в цилиндре с подвижным поршнем и при температуре 300 К занимает объём 250 см³. Какой объём (в см³) займёт газ, если температура понизится до 270 К? Давление постоянно.
98. При изобарном нагревании газа его объём увеличился вдвое по сравнению с объёмом при 0 °С. На сколько градусов нагрели газ?
99. Некоторая масса идеального газа нагревается при постоянном давлении от 27 °С до температуры 127 °С. Объём газа при этом увеличился на 1 л. Определите первоначальный объём газа.

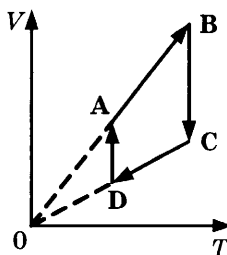
100. На рисунке показаны графики четырех процессов изменения состояния идеального газа. Какой процесс является изохорным охлаждением?



101. На VT -диаграмме приведены графики изменения состояния идеального газа. Какая линия графика соответствует изобарному процессу?



102. На рисунке показан цикл, осуществляемый с идеальным газом. Какой участок соответствует изотермическому сжатию?



103. С помощью психрометрической таблицы определите относительную влажность воздуха, если температура в помещении $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, а влажный термометр показал $16\text{ }^{\circ}\text{C}$.

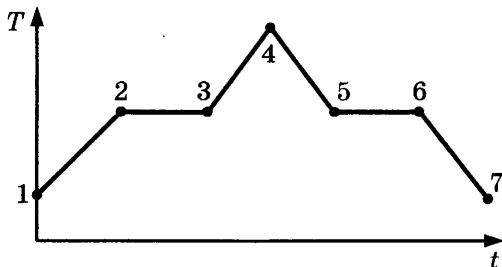
Психрометрическая таблица										
Показания сухого тер- мометра, $^{\circ}\text{C}$	Разность показаний сухого и влажного термометра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Относительная влажность в %									
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14	5
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20	11
14	100	89	79	70	60	51	42	34	25	17
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30	22
18	100	91	82	73	65	56	49	41	34	27
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37	30
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40	34

104. С помощью психрометрической таблицы определите показания влажного термометра, если температура в помещении $16\text{ }^{\circ}\text{C}$, а относительная влажность воздуха 62% .
105. Парциальное давление водяного пара в комнате 2000 Па , а давление насыщенного водяного пара при такой же температуре 4000 Па . Определите относительную влажность воздуха в комнате.

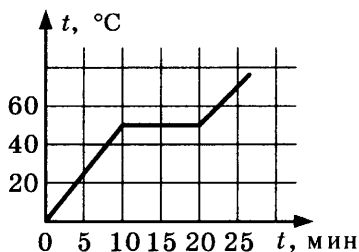
3. Термодинамика

106. Газ в сосуде, нагреваясь, поднимает поршень. Как изменяется внутренняя энергия в начале и в конце эксперимента?
107. Одинаковый ли физический смысл имеют выражения: «передача телу теплоты» и «нагревание тела»?
108. Возможно ли такое явление: тело передает теплоту окружающей среде, но при этом не охлаждается?
109. Почему при варке ягодного варенья предпочитают пользоваться деревянной мешалкой?
110. Почему морозильные камеры в холодильниках раньше всегда располагали наверху?
111. Перед горячей штамповкой латунную болванку массой 3 кг нагрели от $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $75\text{ }^{\circ}\text{C}$. Какое количество теплоты получила болванка? Удельная теплоемкость латуни $380\text{ Дж / (кг} \cdot \text{K)}$.

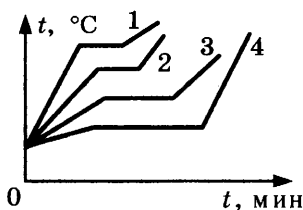
112. Для получения 1800 Дж теплоты 200 г железа нагрели на 20 °С. Какова удельная теплоемкость железа?
113. Какую массу воды можно нагреть от 20 °С до кипения, передав жидкости 672 кДж теплоты? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж / (кг · К).
114. Воздух в комнате состоит из смеси газов: водорода, кислорода, азота, водяного пара, углекислого газа и др. Что одинаково у этих газов при тепловом равновесии?
115. Первое тело имеет температуру 400 К, а второе 45 °С. Какое тело будет отдавать энергию в процессе теплопередачи?
116. На графике (см. рис.) представлено изменение температуры T вещества с течением времени t . В начальный момент вещество находилось в кристаллическом состоянии. Какой участок соответствует процессу отвердевания?



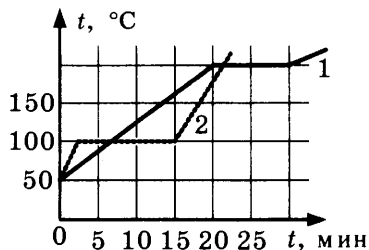
117. На рисунке показан график зависимости температуры кристаллического вещества от времени его нагревания. Какова температура плавления вещества?



118. На рисунке приведены графики изменения со временем температуры четырёх веществ. В начале нагревания все эти вещества находились в жидком состоянии. Какое из веществ имеет наибольшую температуру кипения?

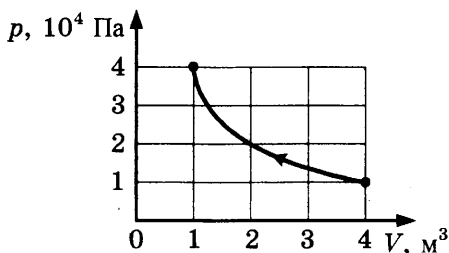


119. На графике показаны кривые нагревания двух жидкостей одинаковой массы при постоянной мощности подводимого тепла. Определите отношение температур кипения первого вещества к температуре кипения второго вещества.



120. Определите внутреннюю энергию 2 моль гелия при температуре 27 °C.
121. Определите внутреннюю энергию гелия, заполняющего аэростат объёмом 80 м^3 , при давлении 100 кПа.
122. Телу массой 10 кг передали количество теплоты 120 Дж и подняли его над поверхностью Земли на 5 м. Определите, на сколько увеличилась внутренняя энергия тела?
123. Объём газа, расширяющегося при постоянном давлении 100 кПа, увеличился на 2 л. Определите работу, совершенную газом в этом процессе.
124. Какая работа была совершена при изобарном сжатии 6 моль водорода, если его температура изменилась на 50 К?
125. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная внешними силами над газом?
126. В некотором процессе внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж, а газ совершил работу 500 Дж. Какое количество теплоты было сообщено газу?
127. Внешние силы совершили над газом работу 500 Дж, при этом внутренняя энергия уменьшилась на 200 Дж. Определите количество теплоты, отданное газом.
128. Давление идеального одноатомного газа уменьшилось на 50 кПа. Газ находится в закрытом сосуде при постоянном объёме $0,3 \text{ м}^3$. Какое количество теплоты было отдано газом?

128. Одноатомный газ, находящийся в сосуде вместимостью 8 л, нагревают так, что его давление возрастает с 100 кПа до 200 кПа. Какое количество теплоты передано газу?
130. Чему равно изменение внутренней энергии газа, если ему передано количество теплоты 500 Дж, а газ при постоянном давлении 10^5 Па расширился на $3 \cdot 10^{-3}$ м³?
131. На рисунке показан процесс изменения состояния идеального газа. Внешние силы совершили над газом работу, равную $5 \cdot 10^4$ Дж. Какое количество теплоты отдает газ в этом процессе?



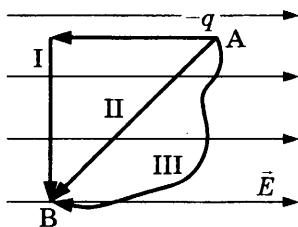
132. КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно 40%. Какую полезную работу, совершает за цикл эта машина, если она отдаёт холодильнику 300 Дж количество теплоты?
133. Вычислите максимальное значение коэффициента полезного действия тепловой машины, если температура нагревателя 127°C , а температура холодильника 27°C .

4. Электричество и магнетизм

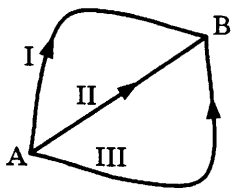
134. Можно ли, наблюдая взаимное отталкивание двух шаров, однозначно утверждать, что они заряжены положительно?
135. Как заряжено тело, если в процессе электризации оно потеряло электроны?
136. Легкий незаряженный шарик из металлической фольги подвешен на тонкой шелковой нити. Что будет происходить с шариком, если к нему поднести стержень с положительным электрическим зарядом (без прикосновения)?
137. С какой силой взаимодействуют два маленьких заряженных шарика, находящиеся в вакууме на расстоянии 9 см друг от друга? Заряд каждого шарика равен $3 \cdot 10^{-6}$ Кл.

138. Как надо изменить расстояние между двумя точечными электрическими зарядами, чтобы сила их кулоновского взаимодействия осталась прежней, если значение одного из этих зарядов увеличить в два раза?
139. Сила, действующая в поле на заряд в 20 мкКл, равна 4 Н. Чему равна напряженность поля в этой точке?
140. Напряженность однородного электрического поля равна 100 В/м, расстояние между двумя точками, расположенными на одной силовой линии поля, равно 5 см. Чему равна разность потенциалов между этими точками?
141. При лечении электростатическим душем к электродам прикладывается разность потенциалов 100 кВ. Какой заряд проходит между электродами во время процедуры, если известно, что электрическое поле совершает при этом работу, равную 1800 Дж?
142. В электростатическом однородном поле потенциалы точек A и B соответственно равны: $\varphi_A = -700$ В, $\varphi_B = -1300$ В. При перемещении заряженной частицы из точки A в точку B силы электростатического поля совершают работу, равную 9 мкДж. Каким зарядом обладает частица?
143. Металлическая сфера радиусом 10 см равномерно заряжена до 50 нКл. Найдите напряженность электрического поля на расстоянии 15 см от центра сферы.
144. Проводящий шар радиусом 10 см заряжен положительным зарядом 3 нКл. Определите значение напряженности поля на расстоянии 2 см от поверхности шара.
145. Потенциал электрического поля на поверхности металлической заряженной сферы радиусом 20 см равен 4 В. Определите потенциал точки электрического поля на расстоянии 10 см от центра сферы.

146. Отрицательный заряд перемещается в однородном электростатическом поле из точки A в точку B по траекториям I, II, III. В каком случае работа сил электростатического поля наибольшая?

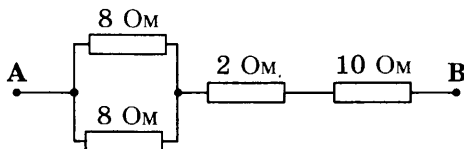


147. Положительная α -частица перемещается в однородном электростатическом поле из точки А в точку В по траекториям I, II, III (см. рис.). Что можно сказать о работе сил электростатического поля?



148. Как изменится ёмкость плоского воздушного конденсатора, если площадь его обкладок и расстояние между ними уменьшить в 2 раза?
149. Как изменится электроёмкость конденсатора, если напряжение между его пластинами увеличить в 3 раза?
150. Конденсатору электроёмкостью 4 пФ сообщили заряд 32 мкКл. Какой энергией обладает конденсатор?
151. Как изменится энергия электрического поля конденсатора, если напряжение на его обкладках увеличить в 2 раза?
152. Через поперечное сечение спирали электролампы каждые 10 с проходит заряд, равный 15 Кл. Чему равна сила тока в лампе?
153. Через поперечное сечение контактного провода за 2 с проходит $6 \cdot 10^{21}$ электронов. Определите силу тока. Заряд электрона равен $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
154. Время рабочего импульса ускорителя электронов равно 1 мкс. Средняя сила тока, создаваемого этим ускорителем, 48 кА. Определите число электронов, ускоряемых за один пуск ускорителя. Заряд электрона равен $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
155. Чему равно напряжение на участке цепи, на котором была совершена работа 500 Дж при прохождении заряда 25 Кл?
156. Какую работу совершает электрическое поле при перемещении заряда 4 мКл, если напряжение равно 45 В?
157. Чему равно сопротивление проволоки длиной 15 м, площадью поперечного сечения 2 мм²? Удельное сопротивление материала $1,6 \cdot 10^{-8}$ Ом · м.

158. Определите напряжение на электролампе, если ее сопротивление 24 Ом , а сила тока $0,04 \text{ А}$.
159. На цоколе электрической лампы написано $0,35 \text{ В}$ и $0,2 \text{ А}$. Определите сопротивление спирали лампы.
160. Рассчитайте силу тока в замкнутой цепи, состоящей из источника тока, у которого ЭДС равна 12 В , а внутреннее сопротивление равно 1 Ом . Сопротивление резистора равно 3 Ом .
161. Определите сопротивление между точками А и В участка электрической цепи, представленной на рисунке.



162. При прохождении по проводнику электрического тока силой 5 А в течение 2 мин совершается работа 150 кДж . Чему равно сопротивление проводника?
163. Чему равно время прохождения тока по проводнику, если при напряжении на его концах 120 В совершается работа 540 кДж ? Сопротивление проводника 24 Ом .
164. В электронагревателе с неизменным сопротивлением спирали, через который течет постоянный ток, за время t выделяется количество теплоты Q . Как изменится количество теплоты, выделившееся в нагревателе, если силу тока и время t увеличить вдвое?
165. На штепсельных вилках некоторых бытовых электрических приборов имеется надпись: « 6 А , 250 В ». Определите максимально допустимую мощность электроприборов, которые можно включать, используя такие вилки.
166. К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рис.), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный магнит. Что произойдет со стрелкой?



167. К магнитной стрелке (северный полюс затемнен, см. рис.), которая может поворачиваться вокруг вертикальной оси, перпендикулярной плоскости чертежа, поднесли постоянный магнит. Что произойдет со стрелкой?



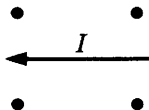
168. Ток по прямолинейному проводу идет на нас (см. рис.). Постройте линии магнитной индукции для этого тока и определите их направление.



169. На рисунке изображен прямолинейный провод, подключенный к полюсам источника (см. рис.). Постройте линии магнитной индукции для этого тока и определите их направление.

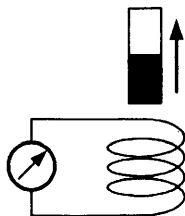


170. С какой силой действует однородное магнитное поле с индукцией $0,2$ Тл на проводник длиной 50 см, расположенный под углом 30° к вектору индукции, при силе тока в проводнике 6 А?
171. Прямолинейный проводник длиной $l = 0,1$ м, по которому течет ток, находится в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,4$ Тл и расположен под углом 90° к вектору \vec{B} . Какова сила тока, если сила, действующая на проводник со стороны магнитного поля, равна $0,2$ Н?
172. Прямолинейный проводник длины l с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если его длину уменьшить в 3 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 3 раза?
173. В однородное магнитное поле, линии индукции которого направлены на нас, поместили проводник с током. Определите направление, действующей на проводник силы.

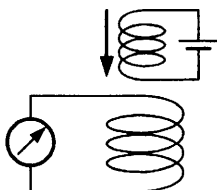


174. В магнитном поле индукцией $B = 4$ Тл движется электрон со скоростью 10^7 м/с, направленной перпендикулярно линиям индукции магнитного поля. Чему равен модуль силы F , действующей на электрон со стороны магнитного поля? Заряд электрона равен $q_e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
175. Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции с одинаковыми скоростями v . Заряд протона в 2 раза меньше заряда α -частицы. Определите отношение модулей сил, действующих на них со стороны магнитного поля в этот момент времени.
176. В металлическое кольцо в течение первых двух секунд вдвигают магнит, в течение следующих двух секунд магнит оставляют неподвижным внутри кольца, в течение последующих двух секунд его вынимают из кольца. В какие промежутки времени в катушке течет ток?
177. В металлическое кольцо в течение первых двух секунд вдвигают магнит, в течение следующих двух секунд магнит оставляют неподвижным внутри кольца, в течение последующих двух секунд его вынимают из кольца. В какие промежутки времени в катушке не течет ток?
178. Угол между вектором магнитной индукции и плоскостью контура 30° . Определите угол между вектором магнитной индукции и положительной нормалью к контуру.
179. Как должна располагаться плоскость витка по отношению к линиям магнитной индукции, чтобы магнитный поток был минимальным?
180. Плоскость замкнутого контура расположена под углом 45° к силовым линиям однородного магнитного поля. Что происходит с магнитным потоком при увеличении магнитной индукции в 3 раза, если площадь контура и его ориентация не меняются?
181. За 0,3 с магнитный поток, пронизывающий проволочную рамку, изменился на 0,06 Вб. Какова скорость изменения магнитного потока?
182. Магнитный поток, пронизывающий контур проводника равномерно, изменился на 0,6 Вб так, что ЭДС индукции оказалась равной 1,2 В. Найдите время изменения магнитного потока.

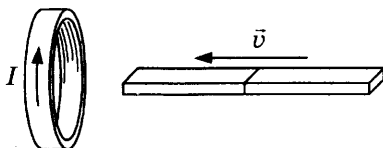
183. Плоский виток, площадь которого 20 см^2 , расположен перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Найдите абсолютную величину ЭДС, возникающую в витке, если индукция поля равномерно убывает от $0,05$ до $0,01 \text{ Тл}$ за $0,005 \text{ с}$.
184. В однородном магнитном поле находится плоский виток площадью 200 см^2 , расположенный перпендикулярно линиям поля. Чему равна сила тока в витке, если индукция поля убывает с постоянной скоростью $0,8 \text{ Тл/с}$. Сопротивление витка $0,5 \text{ Ом}$.
185. Катушка соединена с микроамперметром. Из нее вынимают постоянный магнит (северный полюс заштрихован). Определите направление индукционного тока, возникающего в катушке.



186. Катушка соединена с микроамперметром. Сверху к ней приближают электромагнит. Определите направление индукционного тока, возникающего в катушке.



187. Магнит вводят в кольцо, в результате чего появляется ток, направление которого показано на рисунке. Какой полюс магнита ближе к кольцу?



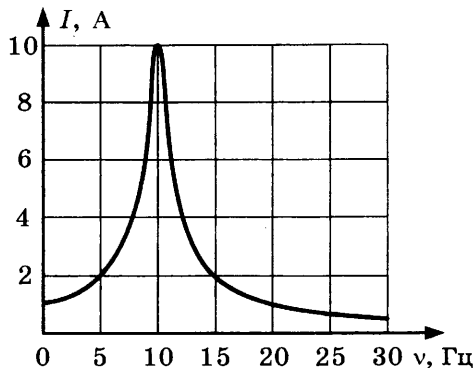
188. Определите индуктивность проводника, в котором равномерное изменение силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждает ЭДС самоиндукции 20 мВ.
189. В проводнике индуктивностью 5 мГн сила тока в течение 0,2 с равномерно возрастает с 2 А до какого-то конечного значения. При этом в проводнике возбуждается ЭДС самоиндукции, равная 0,2 В. Определите конечное значение силы тока в проводнике.
190. Определите энергию магнитного поля соленоида индуктивностью 0,5 Гн при силе тока 4 А.
191. Энергия магнитного поля в дросселе при силе тока 3 А равна 2,7 Дж. Какою индуктивностью имеет дроссель?

5. Колебания и волны

192. При измерении пульса человека было зафиксировано 75 пульсаций крови за 1 мин. Определите частоту сокращения сердечной мышцы.
193. Каков период колебаний поршня двигателя автомобиля, если за 30 с поршень совершает 600 колебаний?
194. Сколько полных колебаний совершит материальная точка за 5 с, если частота колебаний 440 Гц?
195. Тело совершает гармонические колебания по закону $x = 0,2 \sin(4\pi t)$. Определите амплитуду колебаний.
196. Математический маятник совершил 100 колебаний за 628 с. Чему равна длина нити маятника?
197. Амплитуду колебаний математического маятника уменьшили в 2 раза. Как при этом изменился период колебаний маятника?
198. К пружине жесткостью 200 Н/м подвешен груз массой 0,4 кг. Определите частоту свободных колебаний этого пружинного маятника.
199. Груз, подвешенный на пружине жесткостью 250 Н/м, совершает свободные колебания с циклической частотой 50 с^{-1} . Найдите массу груза.

200. Груз, подвешенный на лёгкой пружине жесткостью 100 Н/м, совершает свободные гармонические колебания. Какой должна быть жесткость пружины, чтобы частота колебаний этого же груза увеличилась в 4 раза?
201. Во сколько раз период колебания потенциальной энергии пружины меньше периода колебаний маятника?
202. На поверхности воды в озере волна распространяется со скоростью 5 м/с. Определите период колебаний бакена, если длина волны 3 м.
203. Расстояние между ближайшими гребнями волн в море 4 м. Лодка качается на волнах, распространяющихся со скоростью 3 м/с. С какой частотой волны ударяют о корпус лодки?
204. Какие изменения отмечает человек в звуке при увеличении частоты колебаний в звуковой волне?
205. Источник колебаний с периодом 5 мс вызывает в воде звуковую волну с длиной волны 7,175 м. Определите скорость звука в воде.
206. Звуковая волна частотой 1 кГц распространяется в стальном стержне со скоростью 5 км/с. Определите длину этой волны.
207. Скорость звука в воздухе 340 м/с. Длина звуковой волны в воздухе для самого низкого мужского голоса достигает 4,3 м. Определите частоту колебаний этого голоса.
208. Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением: $u = 50 \cos(100\pi t)$, где все величины выражены в единицах СИ. Чему равна циклическая частота колебаний напряжения?
209. Чему равен период колебаний в колебательном контуре, состоящем из конденсатора емкостью 4 мкФ и катушки индуктивности 1 Гн? Ответ выразите в миллисекундах, округлив его до целых.
210. Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью C и катушки индуктивности L . Как изменится период электромагнитных колебаний в этом контуре, если электроемкость конденсатора увеличить в 4 раза?

211. На рисунке представлен график зависимости амплитуды силы тока вынужденных колебаний от частоты ν вынуждающей ЭДС. При какой частоте происходит резонанс?



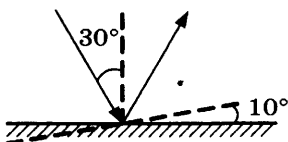
212. Амплитуда колебаний напряжения на участке цепи переменного тока равна 50 В. Чему равно действующее значение напряжения на этом участке цепи?
213. Действующее значение силы тока в цепи переменного тока равно 5 А. Чему равна амплитуда колебаний силы тока в цепи?
214. Сила тока через резистор меняется по закону $i = 36 \sin(128t)$. Определите действующее значение силы тока в цепи.
215. Емкость конденсатора, включенного в цепь переменного тока, равна 2 мкФ. Уравнение колебаний напряжения на конденсаторе имеет вид: $u = 75 \cos(2 \cdot 10^3 t)$, где все величины выражены в СИ. Определите амплитуду силы тока.
216. Чему равна длина электромагнитной волны, распространяющейся в воздухе, если период колебаний 0,01 мкс? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
217. На какую длину волны нужно настроить радиоприёмник, чтобы слушать радиостанцию «Наше радио», которая вещает на частоте 101,7 МГц? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.
218. Длина электромагнитной волны в воздухе равна 0,6 мкм. Чему равна частота колебаний вектора напряженности

электрического поля в этой волне? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

219. У какого света больше длина волны — у красного или синего?
220. Земля удалена от Солнца на расстояние 150 млн км. Сколько времени идет свет от Солнца к Земле? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

6. Оптика

221. Предмет, освещенный маленькой лампочкой, отбрасывает тень на стену. Высота предмета 0,03 м, высота его тени 0,15 м. Во сколько раз расстояние от лампочки до предмета меньше, чем от лампочки до стены?
222. Маленькая лампочка освещает экран через непрозрачную перегородку с круглым отверстием радиуса 0,2 м. Расстояние от лампочки до экрана в 5 раз больше расстояния от лампочки до перегородки. Каков радиус освещенного пятна на экране?
223. Тень на экране от предмета, освещенного точечным источником света, имеет размеры в 3 раза больше, чем сам предмет. Расстояние от источника света до предмета равно 1 м. Определите расстояние от предмета до экрана.
224. Луч света падает на плоское зеркало. Угол отражения равен 30° . Определите угол между падающим и отраженным лучами.
225. Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения уменьшили на 5° . Что произойдет с углом между отраженным лучом и зеркалом?
226. Угол падения света на горизонтально расположенное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол между падающим и отраженным лучами, если повернуть зеркало на 10° так, как показано на рисунке?

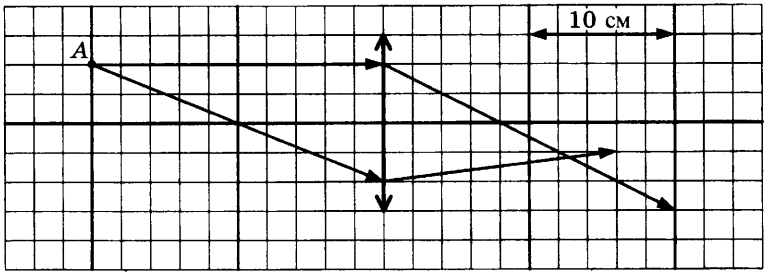


227. Человек, находится на расстоянии 2 м от плоского зеркала. На каком расстоянии от человека находится его изображение?
228. Человек, находившийся на расстоянии 3 м от плоского зеркала, удалился от него на 50 см. На сколько увеличилось расстояние между человеком и его изображением?
229. Во сколько раз увеличится расстояние между предметом и его изображением в плоском зеркале, если зеркало переместить в то место, где было изображение предмета? Предмет остался неподвижен.
230. На горизонтальном столе лежит книга. Под каким углом к поверхности стола должно быть расположено зеркало, чтобы изображение книги в плоском зеркале находилось в вертикальной плоскости?
231. Под каким углом к горизонту следует расположить плоское зеркало, чтобы осветить дно вертикального колодца отраженными от зеркала лучами, падающими под углом 30° к горизонту?
232. Луч света выходит из алмаза в воздух. Сравните угол падения и угол преломления. Абсолютный показатель преломления алмаза 2,42, а воздуха 1.
233. Во сколько раз уменьшается скорость света при переходе луча из воздуха в алмаз? Абсолютный показатель преломления воды 1, а алмаза 2,42.
234. Во сколько раз увеличивается длина волны при переходе луча из воды в воздух? Абсолютный показатель преломления воды 1,33, а воздуха 1.
235. При переходе луча света из одной среды в другую угол падения равен 30° , а угол преломления 60° . Определите относительный показатель преломления первой среды относительно второй.
236. Абсолютный показатель преломления для воды 1,33, а для алмаза — 2,42. В каком направлении свет должен пересекать границу этих двух прозрачных сред, чтобы стало возможным явление полного отражения?
237. Показатели преломления относительно воздуха для воды, стекла и алмаза соответственно равны 1,33; 1,5; 2,42.

В каком из этих веществ предельный угол полного отражения при выходе в воздух имеет максимальное значение?

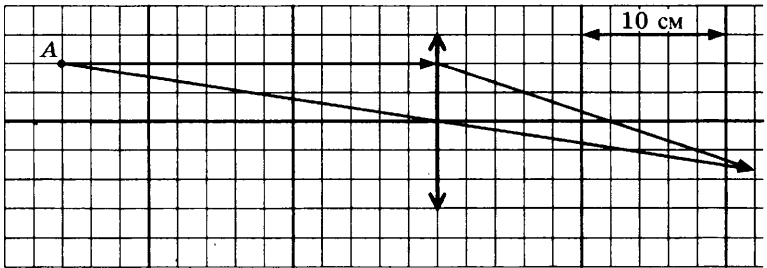
238. Синус предельного угла полного внутреннего отражения на границе стекло–воздух равен $8/13$. Определите, чему равен абсолютный показатель преломления стекла.
239. Определите предельный угол полного внутреннего отражения на границе жидкого азота и алмаза, если показатель преломления алмаза 2,42, а азота 1,21.
240. В некотором прозрачном веществе свет распространяется со скоростью, вдвое меньшей скорости света в вакууме. Чему будет равен предельный угол полного отражения для поверхности раздела этого вещества с вакуумом?
241. Луч света выходит из скипидара в воздух. Предельный угол полного внутреннего отражения для этого луча 42° . Чему равна скорость распространения света в скипидаре?
242. Двояковогнутую стеклянную линзу поместили в жидкость, абсолютный показатель преломления которой равен показателю преломления стекла. На линзу направили пучок света параллельный главной оптической оси. Какие изменения произойдут с пучком света после прохождения линзы?
243. Двояковыпуклую стеклянную линзу поместили в жидкость, абсолютный показатель преломления которой меньше, чем у стекла. Какой будет линза в этой жидкости — собирающей или рассеивающей?
244. Определите оптическую силу рассеивающей линзы, фокусное расстояние которой 50 см.
245. Человек носит очки, оптическая сила которых (-2) дптр. Определите фокусное расстояние линз.
246. При проведении эксперимента ученик использовал две линзы. Фокусное расстояние первой линзы 50 см, фокусное расстояние второй линзы 100 см. Во сколько раз отличаются оптические силы этих линз?

247. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу.

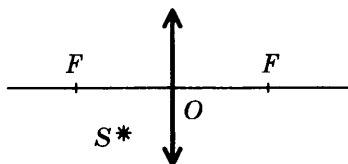


Определите оптическую силу линзы.

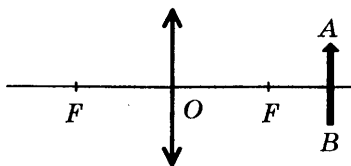
248. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света A через тонкую линзу. Какова оптическая сила линзы?



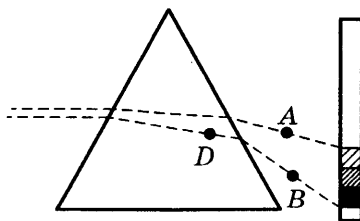
249. Предмет находится на расстоянии 10 см от линзы, а экран, на котором получено четкое изображение предмета, удален от линзы на расстояние 40 см. Определите фокусное расстояние линзы.
250. Расстояние между предметом и экраном равно 80 см. На каком расстоянии от предмета нужно расположить линзу с фокусным расстоянием 20 см, чтобы получить четкое изображение на экране?
251. Постройте изображение светящейся точки, находящейся перед фокусом собирающей линзы.



252. Постройте изображение предмета, полученное с помощью собирающей линзы. Предмет находится за фокусом. Каким получилось изображение?



253. Лучи, какого цвета больше всего преломляются треугольной стеклянной призмой?
254. Лучи, какого цвета меньше всего преломляются треугольной стеклянной призмой?
255. Лучи, какого цвета распространяются в стекле с максимальной скоростью?
256. Лучи, какого цвета распространяются в стекле с минимальной скоростью?
257. Забор покрасили зеленой краской. Лучи, какого цвета теперь отражает забор?
258. Раму покрасили в белый цвет. Лучи, какого цвета теперь отражает рама?
259. На стеклянную призму, направляют пучок солнечного света и на экране наблюдают спектр (см. рис.). Обозначим: v_D , v_A , v_B — скорости света в точках D, A и B соответственно. Сравните скорости в этих точках.



7. Специальная теория относительности

260. Найдите энергию покоя пылинки массой 1 мг.
261. Скорость частицы равна 0,6 с. Найдите её кинетическую энергию.

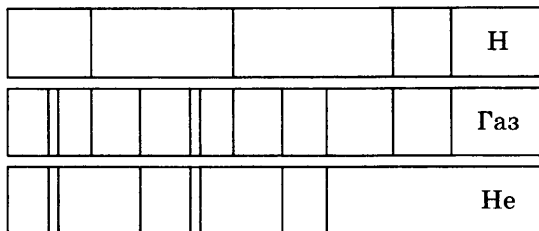
262. Во сколько раз уменьшается продольный размер тела при движении со скоростью $0,6 c$?
263. Какую скорость должно иметь движущееся тело, чтобы его продольные размеры уменьшились в 2 раза?
264. Мимо неподвижного наблюдателя движется стержень со скоростью $0,6 c$. Наблюдатель регистрирует длину стержня 2 м. Какова длина стержня в системе координат, относительно которой стержень покоится?

8. Квантовая физика

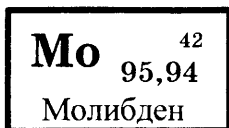
265. Незаряженный, изолированный от других тел металлический шар освещается ультрафиолетовым светом. Заряд какого знака будет иметь этот шар в результате фотоэффекта?
266. Как изменяется максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при увеличении частоты падающего света?
267. Металлическую пластину освещали монохроматическим светом одинаковой интенсивности: сначала красным, потом зеленым и затем синим. В каком случае максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов была наибольшей?
268. Работа выхода для материала пластины равна 4 эВ. Пластина освещается монохроматическим светом. Какова энергия фотонов падающего света, если максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов равна 2,5 эВ?
269. На пластину из никеля попадает электромагнитное излучение, энергия фотонов которого равна 8 эВ. При этом в результате фотоэффекта из пластины вылетают электроны с максимальной энергией 3 эВ. Какова работа выхода электронов из никеля?
270. Металлическую пластину освещают светом с энергией фотонов 6,2 эВ. Работа выхода для металла пластины равна 2,5 эВ. Какова максимальная кинетическая энергия образовавшихся фотоэлектронов?
271. Найдите длину волны света, которым освещается поверхность металла, если фотоэлектроны имеют кинетическую энергию $4,5 \cdot 10^{-20}$ Дж, а работа выхода электрона из металла $7,5 \cdot 10^{-19}$ Дж.

272. Определите красную границу ($\lambda_{кр}$) фотоэффекта для металла, если при облучении его светом с длиной волны 450 нм максимальная кинетическая энергия электронов равна $3,5 \cdot 10^{-19}$ Дж.
273. Какой заряд имеет свет с частотой $4 \cdot 10^{15}$ Гц?
274. Какой энергией обладает свет с частотой $5,1 \cdot 10^{14}$ Гц?
275. Какова энергия фотона, соответствующая длине световой волны $\lambda = 6$ мкм?
276. Определите импульс фотона, обладающего энергией $4,2 \cdot 10^{-19}$ Дж.
277. Определите длину волны излучения, если импульс фотона 10^{-27} кг · м/с.
278. Два источника света излучают волны, длины которых $\lambda_1 = 3,75 \cdot 10^{-7}$ м и $\lambda_2 = 7,5 \cdot 10^{-7}$ м. Чему равно отношение импульсов p_1/p_2 фотонов, излучаемых первым и вторым источниками?
279. Какова энергия фотона, излучаемого при переходе атома из возбужденного состояния с энергией E_1 в основное с энергией E_0 ?
280. Какова энергия фотона, поглощаемого при переходе атома из основного состояния с энергией E_0 в возбужденное с энергией E_1 ?
281. Как изменился заряд атома при испускании фотона энергией 6 эВ?
282. Найдите изменение энергии атома водорода при испускании им волн с частотой $4,57 \cdot 10^{14}$ Гц.
283. На сколько уменьшилась энергия атома при излучении им фотона длиной волны $6,6 \cdot 10^{-7}$ м?
284. Известно, что криптон имеет в видимой части спектра излучения линии, соответствующие длинам волн 557 нм и 587 нм. В спектре излучения неизвестного газа обнаружены линии, соответствующие длинам волн 419 нм, 441 нм, 470 нм, 557 нм и 587 нм. Что можно сказать о неизвестном газе?

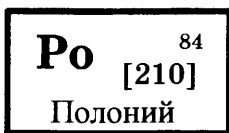
285. На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного газа (в середине), спектры поглощения атомов водорода (вверху) и гелия (внизу). Что можно сказать о химическом составе газа?



286. Элемент A_ZX испытал α -распад. Какой заряд и массовое число будет у нового элемента Y?
287. Элемент A_ZX испытал β -распад. Какой заряд и массовое число будет у нового элемента Y?
288. Элемент A_ZX испытал γ -распад. Какой заряд и массовое число будет у нового элемента Y?
289. В начальный момент времени было 2400 атомных ядер изотопа с периодом полураспада 5 мин. Сколько ядер этого изотопа останется нераспавшимися через 10 мин?
290. Количество радиоактивных атомов за 36 суток уменьшилось в 4 раза. Определите период полураспада этого химического элемента.
291. Период полураспада нептуния 2,3 сут. Через какое время количество радиоактивных атомов уменьшится в 32 раза?
292. Чему равно число нейтронов в ядре урана ${}^{238}_{92}\text{U}$?
293. По данным таблицы химических элементов Д.И. Менделеева определите число протонов в ядре молибдена.



294. По данным таблицы химических элементов Д.И. Менделеева определите число нейтронов в ядре полония.

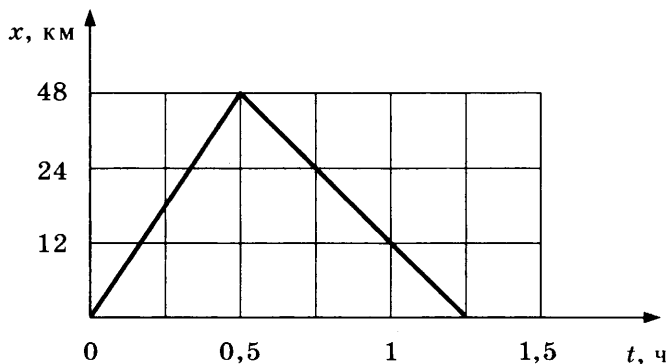


295. В результате реакции синтеза дейтерия с ядром X_Z образуется ядро бора и нейтрон в соответствии с реакцией: ${}^2_1\text{H} + {}^X_Z \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + {}^1_0\text{n}$. Каковы массовое число X и заряд Y (в единицах элементарного заряда) ядра, вступившего в реакцию с дейтерием?
296. Какая частица X получается в результате ядерной реакции ${}^9_4\text{Be} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + X$?
297. Какая бомбардирующая частица X участвует в ядерной реакции $X + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^1_0\text{n}$?
298. Какая частица X участвует в реакции ${}^{25}_{12}\text{Mg} + X \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{22}_{11}\text{Na}$?

ЧАСТЬ 2 ЕГЭ

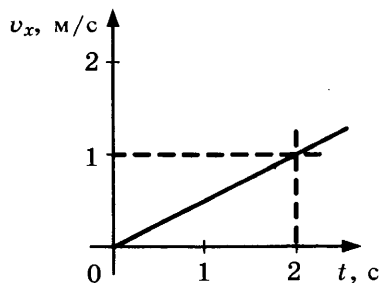
1. Механика

299. На рисунке представлен график движения автобуса из пункта A в пункт B и обратно. Пункт A находится в точке $x = 0$, а пункт B — в точке $x = 48$ км. Чему равна скорость автобуса на пути из A в B ?

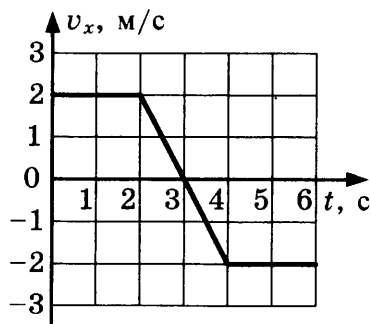


300. Пловец пересекает реку шириной 225 м. Скорость течения реки 1,2 м/с. Скорость пловца относительно воды 1,5 м/с и направлена перпендикулярно к вектору скорости течения. На сколько будет снесен течением пловец к тому моменту, когда он достигнет противоположного берега?
301. Наблюдатель с берега видит, что пловец пересекает реку шириной 180 м перпендикулярно берегу. При этом скорость течения реки 1,2 м/с, а скорость пловца относительно воды 1,5 м/с. За какое время пловец пересечет реку?
302. Самолет летит из Москвы в Мурманск. Во время полета дует западный ветер со скоростью 30 м/с относительно Земли, при этом самолет перемещается точно на север со скоростью 250 м/с относительно Земли. Определите скорость самолета относительно воздуха.

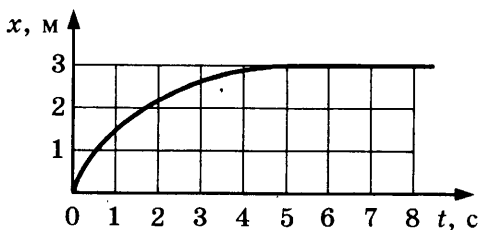
303. Пассажир поезда, идущего со скоростью 72 км/ч, видит в окне грузовой поезд, который движется в том же направлении, в течение 26 с. С какой скоростью едет грузовой поезд, если его длина 130 м? Скорость грузового поезда меньше скорости пассажирского.
304. В течение какого времени скорой поезд длиной 300 м, идущий со скоростью 54 км/ч, будет проходить мимо встречного товарного поезда длиной 600 м, идущего со скоростью 36 км/ч?
305. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 6 - 4t + t^2$. Составьте соответствующее уравнение проекции перемещения тела.
306. Чему равна проекция перемещения материальной точки за 2 с, движение которой вдоль оси OX описывается уравнением $x = 12 - 3t + t^2$?
307. Координата тела изменяется с течением времени согласно формуле $x = 32 - 8t + 2t^2$. Определите модуль перемещения тела через 3 с.
307. Движение тела описывается уравнением $x = 8 - 6t + 0,5t^2$. Определите проекцию скорости тела через 3 с после начала движения.
309. Тело движется по оси OX . Проекция его скорости $v_x(t)$ меняется по закону, приведенному на графике. Определите путь, пройденный телом за 2 с.



310. На графике изображена зависимость проекции скорости тела, движущегося вдоль оси OX , от времени. Какое перемещение совершило тело к моменту времени $t = 5$ с?



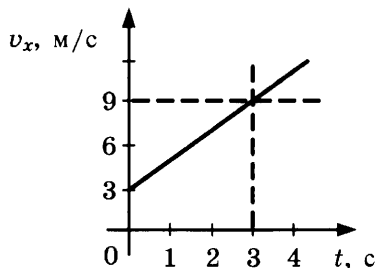
311. На рисунке изображен график изменения координаты тела с течением времени. Как изменялась скорость тела в промежуток времени от 0 до 5 с?



312. Какой путь пройдет свободно падающее тело за пятую секунду? Начальная скорость тела равна нулю.
313. За какую секунду свободного падения тело проходит путь 65 м? Начальная скорость тела равна нулю.
314. Определите, на сколько метров путь, пройденный свободно падающим телом за десятую секунду, больше пути, пройденного в предыдущую секунду. Начальная скорость тела равна нулю.
315. Камень свободно падает без начальной скорости. За какое время он пролетит третий метр своего пути?
316. Известно, что Земля вращается вокруг своей оси. Определите линейную скорость точки экватора, если радиус Земли 6400 км.

317. Линейная скорость конца минутной стрелки Кремлёвских курантов равна 6 мм/с. Определите длину минутной стрелки.
318. Точка равномерно движется по окружности радиусом 1,5 м с угловой скоростью 3 рад/с. Определите линейную скорость точки.
319. Как изменится центростремительное ускорение точек обода колеса, если угловая скорость увеличится в 5 раз?
320. Во сколько раз увеличится центростремительное ускорение точек обода колеса, если период обращения колеса уменьшится в 2 раза?
321. С башни высотой 80 м горизонтально брошен камень. Через какое время он упадет на землю?
322. Глыбу льда сбрасывают с крыши с высоты 45 м горизонтально со скоростью 3 м/с. На каком расстоянии от дома упадёт глыба?
323. Пуля вылетает из ствола в горизонтальном направлении со скоростью 800 м/с. На сколько снизится пуля во время полёта, если щит с мишенью находится на расстоянии 400 м?
324. Тело брошено со скоростью 10 м/с под углом 60° к горизонту. Определите скорость тела в верхней точке траектории.
325. Спортсмен толкает ядро с начальной скоростью 15 м/с под углом 45° к горизонту. Определите время подъема ядра.
326. Диск, брошенный под углом 45° к горизонту, достиг наибольшей высоты 15 м. Определите дальность полета диска.
327. Найдите высоту подъема сигнальной ракеты, выпущенной со скоростью 20 м/с под углом 60° к горизонту.
328. Камень, брошенный под углом к горизонту, достиг наибольшей высоты 45 м. Найдите время полета камня.

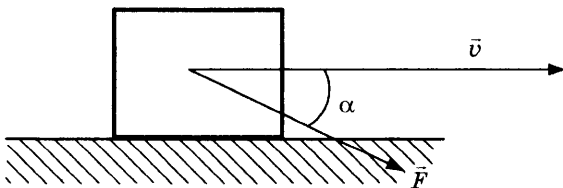
329. Масса бетонного блока, имеющего форму прямоугольного параллелепипеда, равна 6 кг. Какой будет масса блока, если первую его сторону увеличить в 2 раза, вторую — в 1,5 раза, а третью уменьшить в 3 раза?
330. Два кубика изготовлены из одинакового материала. Сторона первого кубика в 2 раза больше, чем второго. Сравните массы кубиков.
331. Лыжник массой 60 кг, имеющий в конце спуска скорость 10 м/с, останавливается через 20 с после окончания спуска. Определите величину силы трения.
332. Автомобиль массой 1800 кг, двигаясь из состояния покоя по горизонтальному пути, через 10 с достигает скорости 30 м/с. Определите силу тяги двигателя. Сопротивлением движению пренебречь.
333. Тело массой 100 г движется вдоль оси Ox , причем проекция скорости v_x меняется с течением времени по закону приведенному на графике. Определите значение силы, действующей на это тело в момент времени 2 с.



334. Определите равнодействующую двух равных сил по 5 Н, направленных под углом 120° друг к другу.
335. Силы 6 Н и 8 Н приложены к одному телу. Угол между направлениями сил 90° . Масса тела 2 кг. Определите ускорение, с которым движется тело.
336. Брусок спускается с наклонной плоскости, длиной 15 см в течение 0,26 с. Определите равнодействующую всех сил, действующих на брусок во время движения, если его масса 0,1 кг и движение начинается из состояния покоя.

337. Снаряд массой 2 кг вылетает из ствола орудия в горизонтальном направлении со скоростью 400 м/с. Определите значение равнодействующей силы, считая её постоянной, если длина ствола 2,5 м.
338. Два шара радиусами 20 см и 30 см соприкасаются друг с другом. Во сколько раз уменьшится сила тяготения между шарами, если один из шаров отодвинуть на расстояние 100 см?
339. Расстояние между планетой Нептун и Солнцем в 30 раз больше, чем расстояние между Землей и Солнцем, а масса Нептуна в 15 раз больше массы Земли. Во сколько раз сила притяжения Солнца к Земле больше, чем Солнца к Нептуну?
340. Как изменится сила тяжести, действующая на ракету, если она поднимется на высоту, равную двум радиусам?
341. Как изменится сила тяжести, действующая на космический корабль, если сначала он был на расстоянии трех земных радиусов от поверхности планеты, а потом только одного радиуса?
342. Определите ускорение свободного падения на планете, масса которой больше массы Земли на 200%, а радиус на 100% больше земного. Ускорение свободного падения на Земле считайте 10 м/с^2 .
343. Предположим, что радиус Земли уменьшился в 3 раза. Как должна измениться её масса, чтобы ускорение свободного падения на поверхности осталось прежним?
344. Космический корабль движется вокруг Земли по круговой орбите радиусом 30 000 км. Масса Земли $6 \cdot 10^{24}$ кг. Определите его скорость.
345. Первая космическая скорость для спутника Марса, летающего на небольшой высоте, равна 3,5 км/с. Определите массу Марса, если радиус планеты $3,38 \cdot 10^6$ м.
346. Как бы изменилась первая космическая скорость, если бы радиус планеты увеличился в 9 раз?

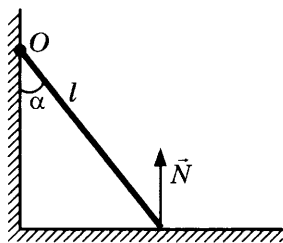
347. Массу спутника увеличили в 4 раза. Как изменится его первая космическая скорость?
348. Рассчитайте период обращения спутника Меркурия, летающего на небольшой высоте, если масса планеты $3,26 \cdot 10^{23}$ кг, а радиус $2,42 \cdot 10^6$ м.
349. Определите жесткость системы пружин при их последовательном соединении. Жесткость первой пружины 600 Н/м, а второй 400 Н/м.
350. Определите жесткость системы пружин при их параллельном соединении. Жесткость первой пружины 200 Н/м, а второй — 400 Н/м.
351. К двум последовательно соединенным пружинам параллельно присоединена третья. Какова жесткость этой системы, если все пружины имеют одинаковую жесткость, равную 600 Н/м?
352. Под действием груза проволока удлинилась на 1 см. Этот же груз подвесили к проволоке такой же длины из того же материала, но имеющей в 2 раза большую площадь сечения. Каким будет удлинение проволоки?
353. На шероховатой горизонтальной поверхности лежит тело массой 1 кг. Коэффициент трения скольжения тела о поверхность равен 0,1. Определите силу трения между телом и поверхностью, которая возникает при действии на тело горизонтальной силы 0,5 Н.
354. Тело массой 1 кг движется по горизонтальной плоскости. На тело действует сила 10 Н под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту, как показано на рисунке. Коэффициент трения скольжения равен 0,4. Определите модуль силы трения.



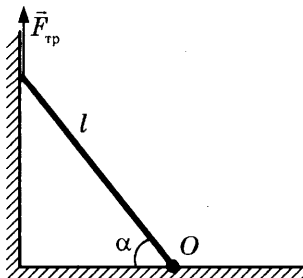
355. Груз поднимают на веревке: один раз равномерно, второй раз с ускорением, равным 20 м/с^2 . Во сколько раз натяжение веревки будет больше во втором случае, чем в первом?

356. Парашютист массой 80 кг спускается на парашюте с установившейся скоростью 5 м/с. Какой будет установившаяся скорость, если на том же парашюте будет спускаться мальчик массой 40 кг? Считать, что сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости парашюта.
357. Автобус, масса которого с полной нагрузкой 15 т, трогается с места с ускорением $0,7 \text{ м/с}^2$. Найдите силу тяги, если коэффициент сопротивления движению равен 0,03.
358. Брусок массой 0,5 кг прижат к вертикальной стене с силой 10 Н. Коэффициент трения скольжения между бруском и стеной равен 0,4. Какой величины силу надо приложить к бруску, чтобы поднимать его вертикально вверх с ускорением 2 м/с^2 ?
359. Лыжник в начале спуска с горы имел скорость 2 м/с. Спустившись по склону горы, образующей угол 30° с горизонтом, лыжник увеличил свою скорость до 12 м/с. Какое расстояние проехал лыжник под уклон? Трением пренебречь.
360. Тело соскальзывает с наклонной плоскости высотой 3 м и длиной 5 м. Чему равно его ускорение, если коэффициент трения 0,5?
361. Автомобиль массой 4 т движется в гору с ускорением $0,2 \text{ м/с}^2$. Найдите силу тяги, если синус угла наклона горы равен 0,02, коэффициент трения 0,04.
362. Человек массой 70 кг находится в лифте, скорость которого направлена вниз и равна 1,2 м/с. Ускорение лифта направлено вверх и равно 2 м/с^2 . Определите вес человека.
363. Мюнхгаузен говорил: «Я принадлежу к числу тех людей, которые умеют изменять свой вес почти мгновенно: для этого мне достаточно войти в кабину лифта и нажать кнопку. Каков мой вес в тот момент, когда скорость лифта направлена вверх и равна 1 м/с, а ускорение направлено вниз и равно $1,8 \text{ м/с}^2$? Моя масса 80 кг».
364. Автомобиль массой 5 т движется с постоянной по модулю скоростью 36 км/ч по выпуклому мосту радиуса 100 м. Определите вес автомобиля в его верхней точке.

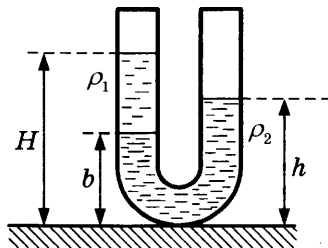
365. Два груза массами 2 кг и 4 кг, лежащие на гладкой горизонтальной поверхности, связаны нерастяжимой и невесомой нитью. Первый груз начинают тянуть с помощью равномерно возрастающей силы. Когда сила достигает значения 12 Н, нить обрывается. Чему равно в этот момент значение силы натяжения?
366. На шнуре, перекинутом через неподвижный блок, помещены грузы массами 0,3 кг и 0,2 кг. Какова сила натяжения шнура во время движения?
367. Диск вращается в горизонтальной плоскости с угловой скоростью 3 рад/с. На расстоянии 30 см от оси вращения на диске лежит небольшое тело массой 50 г. Определите силу трения, которая удерживает тело на диске.
368. На горизонтальной дороге автомобиль массой 1 т делает разворот радиусом 9 м. Определите силу трения, действующую на автомобиль, если он движется со скоростью 6 м/с.
369. Однородная лестница массой m и длиной l опирается на стену, образуя с ней угол α (см. рис.). Найдите плечо силы реакции опоры N , относительно точки O .



370. Однородная лестница массой m и длиной l опирается на стену, образуя с полом угол α (см. рис.). Найдите момент силы трения $F_{\text{тр}}$, относительно точки O .

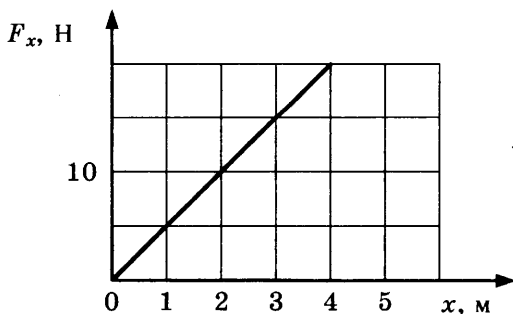


371. Два малых по размеру груза массами 4 кг и 2 кг скреплены невесомым стержнем длиной 60 см. Определите, на каком расстоянии от центра стержня находится центр тяжести такой системы.
372. Вода массой 100 кг в водопаде скользит вдоль отвесной скалы, соприкасаясь с поверхностью площадью 3 м^2 . Какое давление оказывает вода?
373. Масса столика на четырёх ножках 4 кг. Какое давление оказывает столик на пол, если площадь каждой ножки 4 см^2 ?
374. В цистерне имеется на дне квадратная пробка со стороной 4 см. С какой силой будет действовать нефть на пробку, если уровень нефти в цистерне равен 2 м? Плотность нефти 800 кг/м^3 .
375. Аквариум $20 \text{ см} \times 40 \text{ см}$ и высотой 50 см заполнили полностью водой. Определите силу давления воды на дно аквариума. Плотность воды 1000 кг/м^3 .
376. При подъёме груза массой 2 т с помощью гидравлического прессы была совершена работа 40 Дж, при этом малый поршень сделал 10 ходов, перемещаясь за один ход на 10 см. Во сколько раз площадь большего поршня больше площади малого?
377. В широкую U-образную трубку с вертикальными прямыми коленами налиты керосин плотностью $\rho_1 = 800 \text{ кг/м}^3$ и вода плотностью $\rho_2 = 1000 \text{ кг/м}^3$ (см. рис.). На рисунке $b = 10 \text{ см}$, $H = 30 \text{ см}$. Определите расстояние h .



378. Кубик массой 40 г и объёмом 250 см^3 плавает на поверхности воды. Определите выталкивающую силу, действующую на кубик.

379. Плотность воды равна 1000 кг/м^3 , а плотность льда 900 кг/м^3 . Определите объём всей льдины, если она плавает, выдаваясь на 50 м^3 над поверхностью воды.
380. Моторная лодка массой m и катер массой $2m$ движутся с одинаковыми скоростями v навстречу друг другу. Определите импульс катера в системе отсчета, связанной с моторной лодкой.
381. Два одинаковых бильярдных шара массой m движутся с одинаковыми по модулю скоростями v в перпендикулярном направлении. Чему равен импульс первого шара в системе отсчета, связанной со вторым шаром?
382. На подножку вагонетки, которая движется по рельсам со скоростью 5 м/с , прыгает человек массой 60 кг в направлении перпендикулярном ходу вагонетки. Масса вагонетки 240 кг . Определите скорость вагонетки вместе с человеком.
383. Конькобежец массой 63 кг , стоя на коньках на льду, бросает камень массой 2 кг со скоростью 3 м/с под углом 30° к горизонту. Определите скорость конькобежца после броска.
384. Какую работу совершает человек, поднимая груз массой 2 кг на высоту $1,5 \text{ м}$ с ускорением 3 м/с^2 ?
385. Автомобиль массой 1000 кг , двигаясь равноускоренно из состояния покоя, за 10 с отъезжает на 200 м . Определите работу силы тяги, если коэффициент трения равен $0,05$.
386. Тело движется вдоль оси OX под действием силы, зависимость проекции которой от координаты представлена на рисунке. Чему равна работа силы на пути 4 м ?



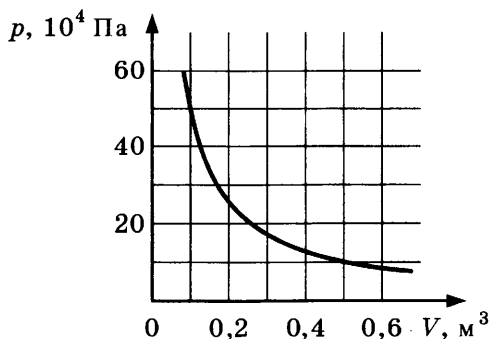
387. Время разгона автомобиля до 90 км/ч составляет 5 с. Определите мощность двигателя к концу 5-й секунды. Масса автомобиля 1200 кг.
388. Определите мощность трамвая к концу 8-й секунды после начала движения, если он развил к этому моменту скорость 36 км/ч. Масса трамвая 10 т.
389. Мяч брошен под углом 60° к горизонту. Во сколько раз начальная кинетическая энергия мяча больше той, которую он имеет в верхней точке траектории.
390. Скорость свободно падающего тела массой 20 кг на некотором пути увеличилась с 2 м/с до 14 м/с. Найдите работу силы тяжести на этом пути.
391. Автомобиль массой 2 т при торможении уменьшил свою скорость с 90 км/ч до 36 км/ч. Какую работу совершила при этом сила трения?
392. Тело массой 2 кг брошено с поверхности земли со скоростью 20 м/с под углом 45° к горизонту. Какую работу совершила сила тяжести за время полёта тела от броска до падения на поверхность земли?
393. Шарик массой 100 г скатился с горки длиной 3 м, составляющей с горизонталью угол 30° . Определите работу силы тяжести.
394. Какую работу необходимо совершить, чтобы лежащий на полу однородный стержень, длина которого 1 м и масса 10 кг, поставить вертикально вверх?
395. Для сжатия на 2 см буферной пружины железнодорожного вагона требуется сила 60 кН. Какую работу следует совершить для ее дальнейшего сжатия на 5 см?
396. Две невесомые пружины, одинаковой длины, имеющие жесткости 10 Н/см и 20 Н/см, соединены между собой параллельно. Какую работу следует совершить, чтобы растянуть пружины на 3 см?

397. Тело брошено вертикально вниз со скоростью 10 м/с с высоты 30 м. На какой высоте от поверхности земли кинетическая энергия увеличится вдвое по сравнению с начальной?
398. Груз массой 200 г привязан к нити длиной 1 м. Нить с грузом отвели от вертикали на угол 60° . Чему равна кинетическая энергия груза при прохождении им положения равновесия?
399. Угол наклона плоскости к горизонту равен 30° . Вверх по этой плоскости тащат ящик массой 90 кг, прилагая к нему силу, направленную параллельно плоскости и равную 600 Н. Определите коэффициент полезного действия наклонной плоскости.
400. С помощью рычага длиной 150 см подняли груз массой 100 кг на высоту 5 см. Какую работу совершили при этом, если КПД устройства 95%?

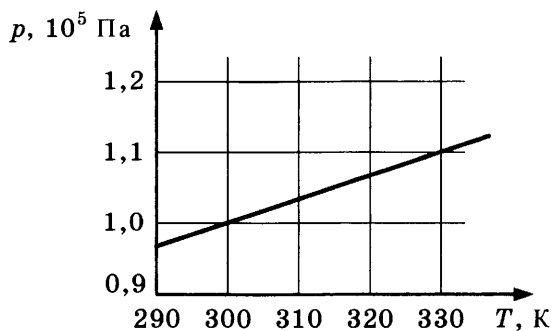
2. Молекулярная физика. Газовые законы

401. В озеро, имеющее глубину 10 м и площадь поверхности 20 км^2 , бросили кристаллик поваренной соли массой 0,01 г. Сколько молекул этой соли оказалось бы в наперстке воды вместимостью 2 см^3 , зачерпнутой из озера, если полагать, что соль, растворившись, равномерно распределилась во всем объеме воды? Молярная масса поваренной соли $0,0585 \text{ кг/моль}$.
402. В баллоне содержится 80 г газа при температуре 240 К. Какую массу газа нужно удалить из баллона, чтобы при нагревании оставшегося газа до температуры 360 К, давление в баллоне осталось прежним?
403. Некоторое количество водорода находится при температуре 200 К и давлении 400 Па. Газ нагревают до температуры 10 000 К, при которой молекулы водорода практически полностью распадаются на атомы. Определите давление газа, если его объем и масса остались без изменения. Молярная масса водорода $0,002 \text{ кг/моль}$.

404. На рисунке показан график изотермического сжатия газа при температуре 150 К. Какое количество газообразного вещества (в молях) содержится в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа.



405. На рисунке показан график зависимости давления газа в запаянном сосуде от его температуры. Объем сосуда равен $0,4 \text{ м}^3$. Сколько моль газа содержится в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа.

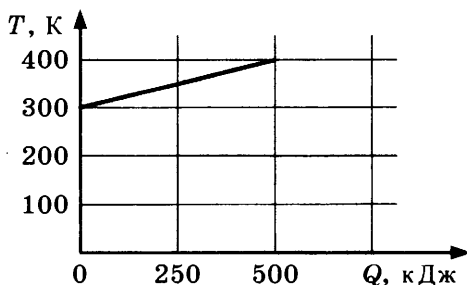


406. При уменьшении объема газа в 2 раза давление изменилось на 120 кПа, а абсолютная температура возросла на 10%. Каково первоначальное давление газа?
407. Когда объём, занимаемый газом, уменьшили на 40%, а температуру понизили на $84 \text{ }^\circ\text{C}$, давление газа возросло на 20%. Какова начальная температура газа?
408. В изохорном процессе давление идеального газа увеличивается на 50 кПа. На сколько кельвин увеличится при этом температура газа, если первоначальное давление было 200 кПа, а первоначальная температура 300 К? Масса газа остаётся неизменной.

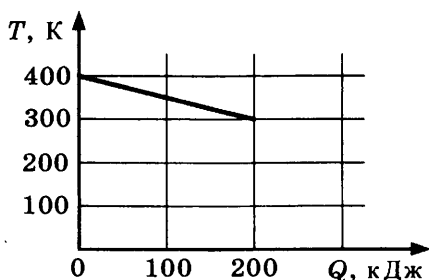
409. При постоянной температуре давление идеального газа уменьшилось в 9 раз. Что произошло с объёмом газа?
410. Два сосуда соединены тонкой трубкой с краном. В первом сосуде объёмом 15 дм^3 находится газ под давлением 2 атм., во втором — такой же газ под давлением 10 атм. Если открыть кран, то в обоих сосудах устанавливается давление 4 атм. Найдите объём (в дм^3) второго сосуда. Температура постоянна.
411. Под каким давлением (в кПа) надо наполнить воздухом баллон ёмкостью 10 л, чтобы при соединении его с баллоном ёмкостью 30 л, содержащим воздух при давлении 100 кПа, установилось общее давление 200 кПа? Температура постоянна.
412. В воздухе класса при относительной влажности 60% парциальное давление пара 2400 Па. Определите давление насыщенного пара при данной температуре.
413. Определите абсолютную влажность воздуха, если температура 15°C , а относительная влажность 80%. Плотность насыщенного водяного пара при данной температуре $12,8 \text{ г/м}^3$.

3. Термодинамика

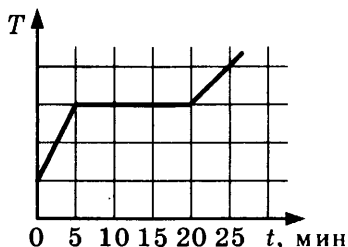
414. На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от полученного им количества теплоты. Масса тела 8 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?



415. На рисунке приведен график зависимости температуры твердого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 4 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?

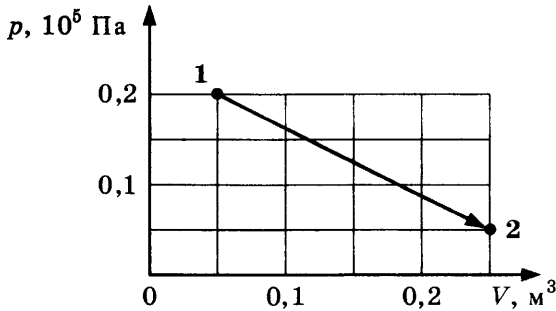


416. В кастрюлю, где находится вода объёмом 2 л при температуре $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, долили 3 л кипятка. Какая температура воды установится? Потерями энергии пренебречь.
417. Удельная теплоемкость воды равна $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Для измерения температуры воды массой 10 г используют термометр, который показывал температуру воздуха в помещении $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, а после погружения в воду показал $41\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите действительную температуру воды, если теплоёмкость термометра $2\text{ Дж}/\text{К}$.
418. В фарфоровую чашку массой 100 г при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ влили 200 г кипятка. Окончательная температура оказалась $93\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определите удельную теплоёмкость фарфора. Удельная теплоёмкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$. Ответ округлите до десятых.
419. В печь поместили некоторое количество алюминия. Диаграмма изменения температуры алюминия с течением времени показана на рисунке. Печь при постоянном нагреве передаёт алюминию 2 кДж энергии в минуту. Какое количество теплоты потребовало плавление алюминия?

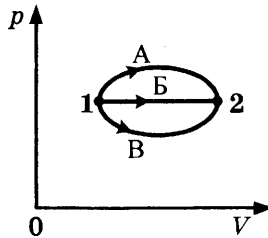


420. Сосуд, содержащий некоторую массу азота, при нормальных условиях движется со скоростью 100 м/с. Какой будет максимальная температура азота при внезапной остановке сосуда? Удельная теплоемкость азота при постоянном объеме равна 745 кДж/(кг · К).
421. На сколько градусов температура воды у основания водопада с высотой 20 м больше, чем у вершины? Считайте, что вся механическая энергия идет на нагревание воды. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг · К).
422. Свинцовый шар, падая с некоторой высоты, после удара о землю нагрелся на 4,5 К. Удельная теплоемкость свинца 130 Дж/(кг · К). Считайте, что при ударе на нагрев шара пошла половина его механической энергии. Чему равна скорость шара перед ударом?
423. С какой наименьшей высоты должны были бы свободно падать дождевые капли, чтобы при ударе о землю от них не осталось бы «мокрого места»? В момент падения на землю температура капель 20 °С. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг · К), а удельная теплота парообразования 2,26 МДж/кг. Сопротивлением воздуха пренебрегите. Ускорение свободного падения считайте постоянным.
424. Какое количество дров потребуется, чтобы вскипятить 50 кг воды, имеющей температуру 10 °С, если КПД нагревателя 25%? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг · К), удельная теплота сгорания дров 10 МДж/кг.
425. Какое количество каменного угля необходимо для нагревания от 10 °С до 50 °С кирпичной печи массой 1,2 т, если КПД печи 30%? Удельная теплоемкость кирпича 750 Дж/(кг · К), удельная теплота сгорания каменного угля 30 МДж/кг.
426. В электрический кофейник налили воду объемом 0,16 л при температуре 30 °С и включили нагреватель. Через какое время после включения выкипит вся вода, если мощность нагревателя 1 кВт, КПД нагревателя 0,8? Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/(кг · К). Удельная теплота парообразования воды 2256 кДж/кг.

427. Идеальный одноатомный газ переводят из первого состояния (220 кПа, 1 л) во второе (40 кПа, 2 л). Найдите работу, совершаемую газом.
428. Какую работу совершил одноатомный газ в процессе, изображенном на pV -диаграмме?



429. В каком из процессов перехода идеального газа из состояния 1 в состояние 2, изображенном на pV -диаграмме (см. рис.), газ совершает наибольшую работу?

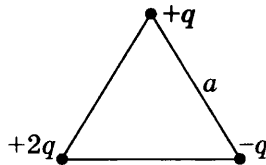


430. Одноатомный идеальный газ в количестве 4 моль поглощает количество теплоты 3 кДж. При этом температура газа повышается на 20 К. Какая работа совершается газом в этом процессе?
431. Один моль инертного газа сжали, совершив работу 600 Дж. В результате сжатия температура газа повысилась на 40 °С. Какое количество теплоты отдал газ?
432. Тепловая машина имеет КПД 25%. Средняя мощность передачи теплоты холодильнику в ходе её работы составляет 3 кВт. Какое количество теплоты получает рабочее тело машины от нагревателя за 10 с?

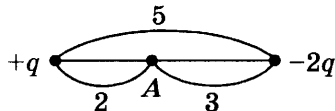
433. КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно, 20%. Во сколько раз абсолютная температура нагревателя больше абсолютной температуры холодильника?

4. Электричество и магнетизм

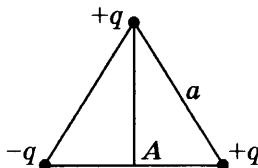
434. Во сколько раз уменьшится сила кулоновского отталкивания двух маленьких бусинок с одинаковыми зарядами, если, не изменяя расстояния между ними, перенести $2/3$ заряда с первой бусинки на вторую?
435. Потенциал поля точечного заряда на расстоянии r_1 от заряда равен $\varphi_1 = 16$ В, а на расстоянии r_2 равен $\varphi_2 = 100$ В. Каков потенциал поля этого заряда на расстоянии, равном среднему геометрическому r_1 и r_2 ($r = \sqrt{r_1 r_2}$)?
436. Потенциал поля точечного заряда на расстоянии 10 см от заряда равен 300 В. Какой будет напряженность в этой точке?
437. Определите результирующую силу, действующую на выделенный заряд q .



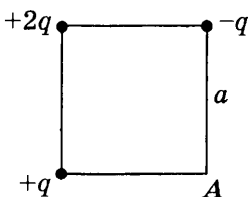
438. Определите результирующую напряженность в точке А.



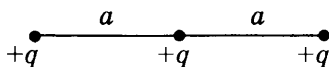
439. Определите результирующую напряженность в точке А.



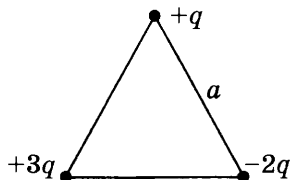
440. Определите результирующий потенциал в точке A .



441. Определите полную потенциальную энергию системы зарядов.



442. Определите полную потенциальную энергию системы зарядов.

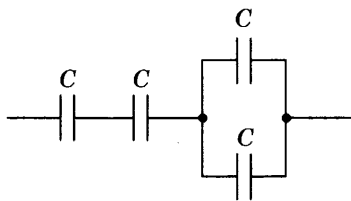


443. В горизонтальное однородное электрическое поле помещен шарик массой 1 г, подвешенный на тонкой шелковой нити. Шарик у сообщен заряд 1 мкКл. Определите значение напряженности поля, если нить отклонилась от вертикали на угол 60° .

444. Заряженный шарик, подвешенный на невесомой шелковой нити, находится во внешнем электрическом поле, силовые линии которого горизонтальны. Нить образует угол 45° с вертикалью. На сколько изменится угол отклонения нити при уменьшении заряда шарика на 30%?

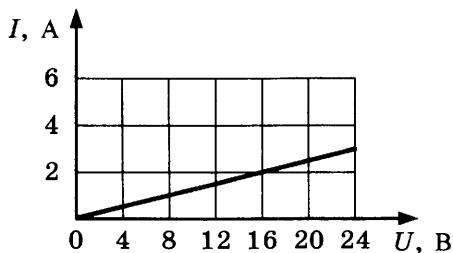
445. Заряженная пылинка движется вертикально между двумя одинаковыми горизонтальными пластинами размером $5 \text{ см} \times 5 \text{ см}$, расположенными напротив друг друга на расстоянии 0,5 см, разность потенциалов между которыми 300 В. Кинетическая энергия пылинки при перемещении от одной пластины до другой изменяется на 1,5 мкДж. Каков заряд пылинки? Ответ выразите в нКл и округлите до целых. Действием силы тяжести пренебречь.

446. Рассчитайте электрический потенциал поверхности Земли, если радиус планеты 6400 км, а напряженность на поверхности Земли 130 В/м.
447. Сфера с центром в точке O равномерно заряжена. В центре сферы потенциал равен 100 В, а в некоторой точке A 50 В. Расстояние от центра сферы до точки A равно 30 см. Определите напряженность поля в точке A ?
448. Проводящий шар радиусом 5 см заряжен до потенциала 40 В. Определите значение напряженности поля на расстоянии 3 см от поверхности шара.
449. Определите электроёмкость батареи, состоящей из четырех одинаковых конденсаторов; электроёмкость каждого конденсатора C .

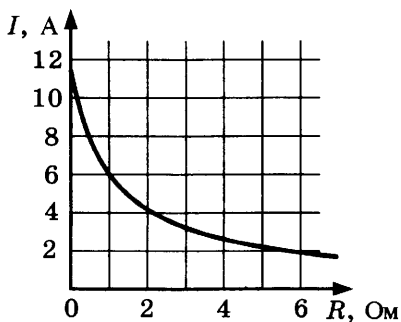


450. Плоский конденсатор зарядили и отключили от источника тока. Как изменится энергия электрического поля внутри конденсатора, если увеличить в 2 раза расстояние между обкладками конденсатора? Расстояние между обкладками конденсатора мало как до, так и после увеличения расстояния между ними.
451. Первый конденсатор емкостью C подключен к источнику с ЭДС \mathcal{E} , а второй — тоже емкостью C — подключен к источнику с ЭДС $3\mathcal{E}$. Определите отношение энергии электрического поля второго конденсатора к энергии электрического поля первого.
452. Определите величину заряда, проходящего через поперечное сечение проводника в течение 14 с, если сила тока в проводнике за это время равномерно возрастает от 0 до 75 А.
453. Скорость направленного дрейфа электронов в электрической цепи уменьшилась в 2 раза. Как изменилась сила тока в этой цепи?

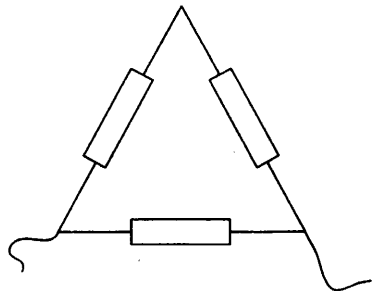
454. Стальная проволока имеет электрическое сопротивление 4 Ом. Каким станет сопротивление этой проволоки, если ее протянуть через специальный станок, увеличивающий длину в 2 раза?
455. Сопротивление резистора увеличили в 2 раза, а приложенное к нему напряжение уменьшили в 2 раза. Как изменилась сила электрического тока, протекающего через резистор?
456. Как изменится сила тока, протекающего по проводнику, если напряжение на его концах и площадь поперечного сечения проводника увеличить в 2,5 раза?
457. На рисунке изображен график зависимости силы тока в проводнике от напряжения на его концах. Чему равно сопротивление проводника?



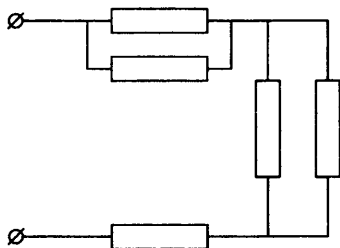
458. К источнику тока с внутренним сопротивлением 2 Ом подключили реостат. На рисунке показан график зависимости силы тока в реостате от его сопротивления. Чему равна ЭДС источника тока?



459. При замыкании элемента на резистор сопротивлением $1,8 \text{ Ом}$ в цепи возникает сила тока $0,7 \text{ А}$, а при замыкании на резистор сопротивлением $2,3 \text{ Ом}$ — сила тока $0,56 \text{ А}$. Определите внутреннее сопротивление источника.
460. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .

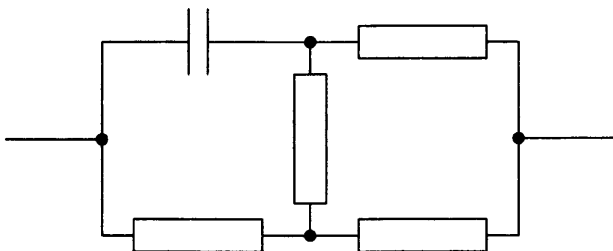


461. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .

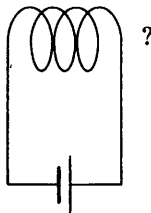


462. Кипятильник нагревает $1,2 \text{ л}$ воды от 12 °C до кипения за 10 мин . Определите ток, потребляемый кипятильником, если он рассчитан на напряжение 220 В . КПД кипятильника 90% . Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.
463. Какой силы ток потребляет электрический кипятильник емкостью 10 л , если при КПД, равном 80% , в нем нагревается вода от 20 °C до кипения за 30 мин ? Напряжение равно 220 В . Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.
464. Рассчитайте массу воды, которая должна пройти через плотину гидроэлектростанции высотой 20 м , чтобы обеспечить электроэнергией в течение одного часа дом, рассчитанный на 220 В при силе тока 120 А . КПД электростанции примите равным 30% .

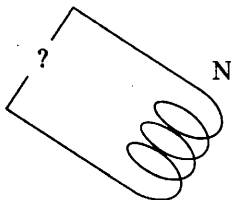
465. ЭДС источника равна 2 В, внутреннее сопротивление 1 Ом. Определите силу тока, если КПД равен 0,75.
466. Чему равен КПД источника при силе тока в цепи 2 А, если известно, что ток короткого замыкания данного источника 10 А?
467. Определите силу тока короткого замыкания батареи, если при силе тока 1 А, она отдаёт во внешнюю цепь мощность 10 Вт, а при силе тока 2 А — отдаёт во внешнюю цепь мощность 15 Вт.
468. Рассчитайте общее сопротивление цепи, если сопротивление одного резистора R .



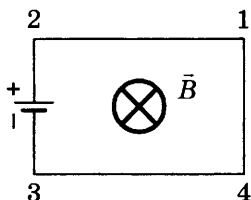
469. На рисунке изображена электрическая цепь электромагнита. Какой магнитный полюс будет справа?



470. На рисунке изображена электрическая цепь электромагнита. Указано положение северного полюса. Определите заряд верхней клеммы источника тока.



471. Электрическая цепь, состоящая из четырёх прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен вертикально вниз (см. рис., вид сверху). Куда направлена вызванная этим полем сила Ампера, действующая на проводник 3–4?



472. В пространство между полюсами постоянного магнита помещен прямой проводник, по которому идет ток на нас (см. рис.). Определите направление силы Ампера, действующей на проводник.



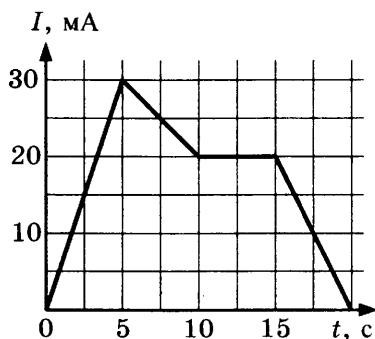
473. Прямой проводник длиной 50 см и массой 100 г, расположенный перпендикулярно линиям магнитной индукции, при пропускании по нему тока 4 А приобрел ускорение 5 м/с^2 . Чему равна индукция магнитного поля? Силой тяжести пренебречь.
474. Горизонтальные рельсы находятся на расстоянии 40 см друг от друга. На них лежит стержень перпендикулярно рельсам. Какой должна быть индукция магнитного поля B для того, чтобы стержень начал двигаться, если по нему пропустить ток силой 50 А? Коэффициент трения о рельсы стержня 0,2. Масса стержня 500 г.
475. Участок проводника длиной 20 см находится в магнитном поле индукцией 25 мТл. Сила Ампера при перемещении проводника на 8 см в направлении своего действия совершает работу 0,004 Дж. Чему равна сила тока, проте-

кающего по проводнику? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

476. Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле. Сила электрического тока, протекающего по проводнику, 10 А. При перемещении проводника на 8 см в направлении действия силы Ампера она совершила работу 0,004 Дж. Чему равна индукция магнитного поля? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.
477. С какой скоростью вылетает α -частица из радиоактивного ядра, если она, попадая в однородное магнитное поле индукцией $B = 2$ Тл перпендикулярно его силовым линиям, движется по дуге окружности радиусом $R = 1$ м? Масса α -частицы $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг, ее заряд равен $3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл.
478. Заряженная частица, двигаясь в магнитном поле по дуге окружности 2 см, прошла через свинцовую пластину, расположенную на пути частицы. Вследствие потери энергии частицей радиус кривизны траектории стал равен 1 см. Во сколько раз уменьшилась кинетическая энергия частицы?
479. Протон движется по окружности в однородном магнитном поле с индукцией 1 мТл. Определите период обращения протона. Заряд протона $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл, его масса $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг.
480. Как меняется радиус траектории электрона, движущегося в однородном магнитном поле перпендикулярно вектору индукции, при уменьшении его кинетической энергии в 4 раза?
481. Проволочная рамка сопротивлением 2 кОм помещена в магнитное поле. Магнитный поток через площадь рамки равномерно изменяется на 8 Вб за 2 мс. Чему равна при этом сила тока в рамке?
482. В витке, выполненном из алюминиевого провода длиной 10 см и площадью поперечного сечения $1,4 \text{ мм}^2$, скорость изменения магнитного потока 10 мВб/с. Определите силу индукционного тока. Удельное сопротивление алюминия $2,8 \cdot 10^{-8}$ Ом \cdot м.

483. Квадратная рамка со стороной 6,8 см, сделанная из медной проволоки с площадью поперечного сечения 1 мм^2 , помещена в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции. Индукция магнитного поля равномерно изменяется на 0,002 Тл за 0,1 с. Чему равна при этом сила тока в рамке? Удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.
484. Замкнутая катушка из 100 витков площадью 10 см^2 помещена в однородное магнитное поле, перпендикулярно ее оси. При изменении магнитного поля на 0,1 Тл за 0,1 с в катушке выделяется 0,002 Дж тепла. Чему равно сопротивление катушки?
485. Из провода длиной 2 м сделан квадрат, который расположен горизонтально. Какой электрический заряд пройдет по проводу, если его потянуть за две диагонально противоположные вершины так, чтобы он сложился? Сопротивление провода 0,1 Ом. Вертикальная составляющая магнитного поля Земли 50 мкТл.
486. Проводник длиной 50 см движется в однородном магнитном поле со скоростью 4 м/с перпендикулярно силовым линиям. Найдите разность потенциалов, возникающую на концах проводника, если вектор магнитной индукции 8 мТл.
487. Самолет с размахом крыльев 15 м и мощностью двигателя 10 МВт летит горизонтально с постоянной скоростью. Определите силу тяги двигателей, если между концами крыльев наводится ЭДС 0,3 В. Вертикальная составляющая вектора индукции магнитного поля Земли 0,1 мТл.
488. Круговой контур площадью $0,1 \text{ м}^2$ помещен в однородное магнитное поле индукцией 0,1 Тл. Плоскость контура перпендикулярна направлению магнитного поля, сопротивление контура 2 Ом. Какой заряд протечет по контуру при повороте его на 120° ?
489. Определите максимальный магнитный поток через рамку, вращающуюся в однородном магнитном поле с частотой 10 Гц. Максимальная ЭДС возникающая в рамке 3 В.

490. Круглая рамка вращается в однородном магнитном поле вокруг оси, проходящей через ее диаметр и перпендикулярной вектору индукции. Найдите максимальную величину ЭДС индукции, возникающей в рамке, если ее площадь $0,2 \text{ м}^2$, угловая скорость вращения 50 рад/с , а индукция магнитного поля $0,1 \text{ Тл}$.
491. На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 2 мГн . Определите модуль среднего значения ЭДС самоиндукции в интервале времени от 10 до 15 с .

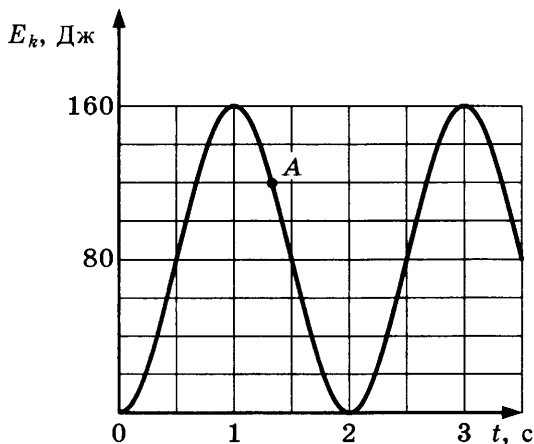


492. Как изменился магнитный поток через катушку, если при увеличении индуктивности энергия магнитного поля катушки увеличилась в 3 раза?
493. В катушке сила тока равномерно увеличивается со скоростью 2 А/с . При этом в ней возникает ЭДС самоиндукции 20 В . Какова энергия магнитного поля катушки при силе тока в ней 5 А ?

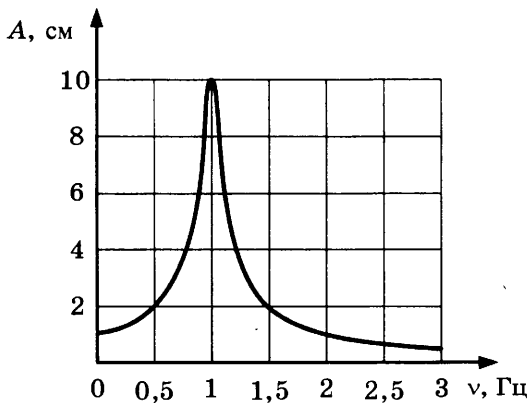
5. Колебания и волны

494. Первый математический маятник совершает колебания с частотой 6 Гц . Длина нити второго маятника больше длины первого в $3,24$ раза. Чему равен период колебаний второго маятника?
495. Тело массой 300 г подвешено к цепочке из двух параллельных пружин с коэффициентами жесткости 500 Н/м и 250 Н/м . Определите период собственных колебаний системы.

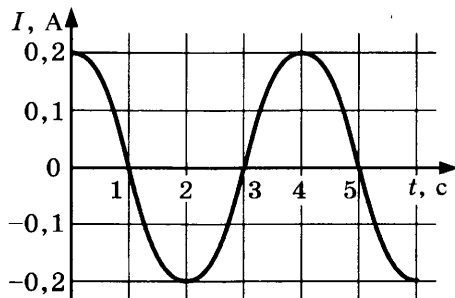
496. Пружинный маятник жесткостью 2000 Н/м совершает гармонические колебания. Масса груза 50 г. Максимальная скорость груза 20 м/с. Определите амплитуду колебаний.
497. На рисунке представлен график изменения со временем кинетической энергии ребенка, качающегося на качелях. Чему равна его полная механическая энергия в момент, соответствующий точке А на графике?



498. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Определите отношение амплитуды установившихся колебаний маятника на резонансной частоте к амплитуде колебаний на частоте 0,5 Гц.

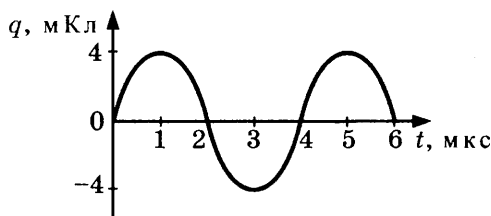


499. Через 3 с после вспышки молнии наблюдатель услышал гром. На каком расстоянии от него ударила молния? Скорость звука в воздухе 330 м/с.
500. На расстоянии 400 м от наблюдателя рабочие вбивают сваи с помощью копра. Каково время между видимым ударом молота о сваю и звуком удара, услышанным наблюдателем? Скорость звука в воздухе 340 м/с.
501. На каком расстоянии от корабля находится айсберг, если посланный гидролокатором ультразвуковой сигнал, имеющий скорость 1500 м/с, вернулся назад через 0,4 с?
502. Амплитудное значение заряда на конденсаторе равно 2 мкКл. Чему равно значение заряда на конденсаторе через $\frac{1}{6}$ часть периода колебаний после достижения этого значения? Колебания происходят по закону синуса. Начальная фаза колебаний равна нулю.
503. Колебания напряжения на конденсаторе в цепи переменного тока описываются уравнением: $u = 50 \cos(100\pi t)$, где все величины выражены в СИ. Определите напряжение на конденсаторе через $\frac{T}{6}$ после начала колебаний.
504. На рисунке показан график зависимости силы тока в металлическом проводнике от времени. Определите частоту колебаний тока.

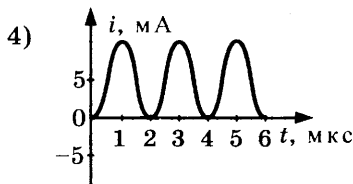
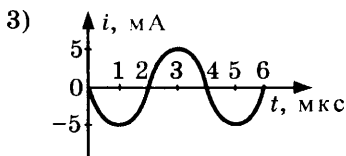
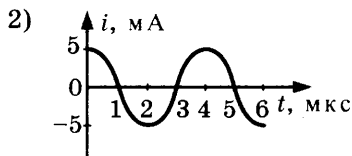
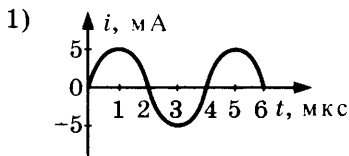


505. Во сколько раз изменится частота колебаний в колебательном контуре, если расстояние между пластинами воздушного конденсатора заполнить жидкостью, диэлектрическая проницаемость которой 9?

506. Во сколько раз изменится собственная частота колебаний в колебательном контуре, если зазор между пластинами конденсатора увеличить в 4 раза?
507. Во сколько раз изменится собственная частота колебаний в колебательном контуре, если параллельно конденсатору подключить ещё три таких же конденсатора?
508. Заряд на пластинах конденсатора колебательного контура изменяется с течением времени в соответствии с уравнением $q = 0,01 \cos(40\pi t)$. Запишите уравнение зависимости силы тока от времени.
509. Изменения электрического тока в контуре происходят по закону $i = 0,01 \cos(20\pi t)$. Чему равна частота колебаний заряда на конденсаторе контура?
510. На рисунке представлен график изменения заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени.



На каком из графиков правильно показан процесс изменения силы тока с течением времени в этом колебательном контуре?

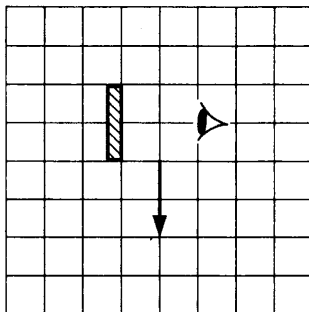


511. В идеальном электрическом колебательном контуре емкость конденсатора 2 мкФ , а амплитуда напряжения на нем 10 В . Определите максимальное значение энергии магнитного поля катушки.
512. Колебательный контур содержит конденсатор емкостью 8 пФ и катушку, индуктивность которой $0,2 \text{ мГн}$. Чему равно максимальное напряжение на обкладках конденсатора, если максимальная сила тока 40 мА ?
513. Емкость конденсатора, включенного в цепь переменного тока, равна 6 мкФ . Уравнение колебаний напряжения на конденсаторе имеет вид: $u = 50 \cos(1 \cdot 10^3 t)$, где все величины выражены в СИ. Определите амплитуду силы тока.
514. Индуктивность катушки равна $0,125 \text{ Гн}$. Уравнение колебаний силы тока в ней имеет вид: $i = 0,4 \cos(2 \cdot 10^3 t)$, где все величины выражены в СИ. Определите амплитуду напряжения на катушке.
515. Трансформатор понижает напряжение с 240 В до 120 В . Определите число витков во вторичной катушке трансформатора, если первичная катушка содержит 80 витков.
516. Трансформатор понижает напряжение с 240 В до 12 В . Во сколько раз действующее значение силы тока в первичной катушке отличается от действующего значения силы тока во вторичной?
517. Колебательный контур радиоприемника настроен на радиостанцию, работающую на волне 100 м . Как нужно изменить емкость конденсатора колебательного контура, чтобы он был настроен на волну 25 м ? Индуктивность катушки считать неизменной.
518. Контур радиоприемника настроен на длину волны 15 м . Как нужно изменить индуктивность катушки колебательного контура приемника, чтобы он был настроен на волну длиной 30 м при неизменной емкости конденсатора в контуре?
519. Колебательный контур радиоприемника содержит конденсатор, емкость которого 10 нФ . Какой должна быть

индуктивность контура, чтобы обеспечить прием волны длиной 300 м? Скорость распространения электромагнитных волн $c = 3 \cdot 10^8$ м/с.

6. Оптика

520. К потолку комнаты высотой 4 м прикреплено светящееся панно-лампа в виде круга диаметром 2 м. На высоте 2 м от пола параллельно ему расположен непрозрачный квадрат со стороной 2 м. Центр панно и центр квадрата лежат на одной вертикали. Найдите минимальный линейный размер тени на полу.
521. К потолку комнаты высотой 4 м прикреплена люминесцентная лампа длиной 2 м. На высоте 2 м от пола параллельно ему расположен непрозрачный диск диаметром 2 м. Центр лампы и центр диска лежат на одной вертикали. Найдите минимальный линейный размер тени.
522. Человек стоит перед плоским зеркалом, укрепленным на вертикальной стене. Какова должна быть минимальная высота зеркала, чтобы человек мог видеть себя в полный рост? Рост человека 1,8 м.
523. Плоское зеркало движется по направлению к точечному источнику света со скоростью 10 см/с. С какой скоростью движется изображение? Направление скорости перпендикулярно плоскости зеркала.
524. Какая часть изображения стрелки в зеркале видна глазу?

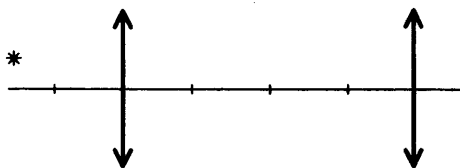


525. Луч света падает на плоскопараллельную стеклянную пластину. На границе раздела воздух-стекло луч испытывает

преломление и частичное отражение. Угол между преломленным и отраженным лучами равен 105° . Определите угол падения, если угол преломления составляет 25° .

526. Расстояние от предмета до экрана 90 см. На каком расстоянии от предмета следует расположить линзу, оптическая сила которой 5 дптр, чтобы на экране получилось четкое изображение предмета?
527. Предмет расположен на расстоянии 40 см от линзы с оптической силой 2 дптр. Определите расстояние от линзы до изображения.
528. Собирающая линза с фокусным расстоянием 10 см формирует мнимое изображение на расстоянии 15 см от линзы. На каком расстоянии от этого изображения находится предмет?
529. Главное фокусное расстояние рассеивающей линзы равно 12 см. Изображение предмета находится на расстоянии 9 см от линзы. Чему равно расстояние от предмета до линзы?
530. Мнимое изображение предмета в рассеивающей линзе находится от нее на расстоянии в 2 раза меньшем, чем расстояние от линзы до предмета. Найдите расстояние от линзы до изображения, если фокусное расстояние линзы равно 50 см.
531. Расстояние от предмета до экрана, где получается четкое изображение предмета, 4 м. Изображение в 3 раза больше самого предмета. Найдите фокусное расстояние линзы.
532. На экране с помощью тонкой линзы с фокусным расстоянием 40 см получено четкое изображение предмета с пятикратным увеличением. На каком расстоянии от линзы находится предмет?
533. Высота изображения человека ростом 160 см на фотоплёнке 2 см. Найдите оптическую силу объектива фотоаппарата, если человек сфотографирован с расстояния 9 м.
534. Расстояние от собирающей линзы до изображения больше расстояния от предмета до линзы на 0,5 м. Увеличение линзы 3. Определите фокусное расстояние линзы.

535. Постройте изображение светящейся точки после прохождения системы линз.



536. Дифракционная решетка имеет 120 штрихов на 1 мм. Найдите длину волны монохроматического света, падающего на решетку, если первый максимум наблюдается под углом, синус которого 0,06.
537. На дифракционную решетку, имеющую 100 штрихов на 1 мм, нормально падает свет с длиной волны 600 нм. Определите синус угла, под которым наблюдается максимум третьего порядка.
538. Какой наибольший порядок спектра можно наблюдать с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на 1 мм, при освещении её светом с длиной волны 720 нм?

7. Специальная теория относительности

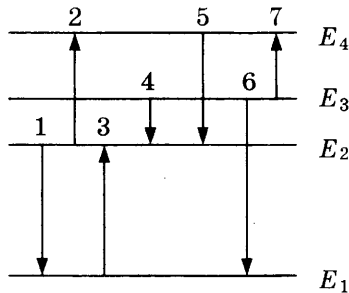
539. В результате аннигиляции электрона массой m и позитрона массой m образуется квант электромагнитного излучения. Какова максимальная энергия этого кванта?
540. При проведении опытов ученые обнаружили явление образования пар «электрон и позитрон». Чему равна минимальная суммарная энергия пар? Ответ выразите в МэВ и округлите до целых. Энергия покоя электрона равна 0,5 МэВ.
541. Звезда каждую секунду испускает излучение с суммарной энергией около $18 \cdot 10^{26}$ Дж. В результате этого масса звезды ежесекундно уменьшается на $\Delta m = X \cdot 10^{10}$ кг. Определите значение X .
542. Куб, ребро которого 1 м, движется по отношению к земному наблюдателю со скоростью 0,75 c . Вектор скорости перпендикулярен двум противоположащим граням куба. Определите объём куба относительно земного наблюдателя.

543. При какой скорости электрона его релятивистская масса больше массы покоя в 2 раза?
544. Во сколько раз увеличивается масса частицы, которая движется со скоростью $0,8c$?
545. С какой скоростью должно двигаться тело, чтобы для неподвижного наблюдателя его масса покоя была равна 3 кг, а релятивистская 5 кг?
546. С какой скоростью должен двигаться электрон, чтобы его масса увеличилась на 200%?
547. Время жизни нестабильного мюона, входящего в состав космических лучей, измеренное земным наблюдателем, относительно которого мюон двигался со скоростью, составляющей 95% скорости света в вакууме, оказалось равным 6,4 мкс. Определите время жизни мюона, покоящегося относительно наблюдателя?
548. Во сколько раз увеличивается время жизни нестабильной частицы, если она движется со скоростью, составляющей 99% скорости света?

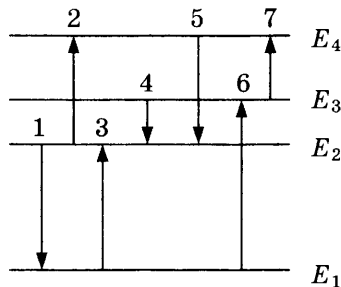
8. Квантовая физика

549. Поверхность золотой пластины освещают ультрафиолетовым излучением с длиной волны 270 нм. Красная граница фотоэффекта составляет 285 нм. Какова максимальная скорость выбиваемых электронов? Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
550. Красная граница фотоэффекта для цезия 660 нм. Найдите скорость фотоэлектронов, выбитых при облучении цезия светом с длиной волны 400 нм. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.
551. Найдите максимальную скорость фотоэлектронов при освещении металла с работой выхода 4 эВ ультрафиолетовым излучением с частотой $1,2 \cdot 10^{15}$ Гц. Масса электрона $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг. Учтите: $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ Дж.

552. Детектор полностью поглощает падающий на него свет частотой $\nu = 6 \cdot 10^{14}$ Гц. За время $t = 5$ с на детектор падает $N = 3 \cdot 10^5$ фотонов. Какова поглощаемая детектором мощность?
553. Ртутная лампа имеет мощность 125 Вт. Сколько квантов света испускается каждую секунду при излучении с длиной волны $5,79 \cdot 10^{-7}$ м?
554. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается испусканием кванта минимальной частоты?

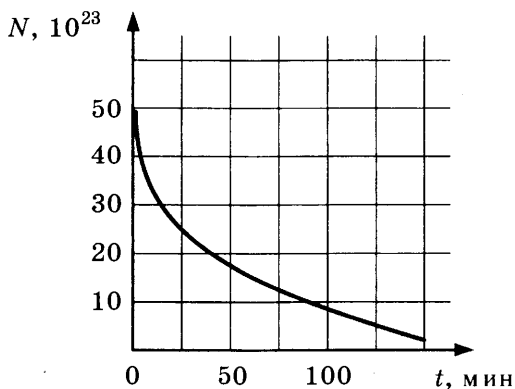


555. На рисунке представлена диаграмма энергетических уровней атома. Какой из отмеченных стрелками переходов между энергетическими уровнями сопровождается поглощением кванта минимальной длины волны?

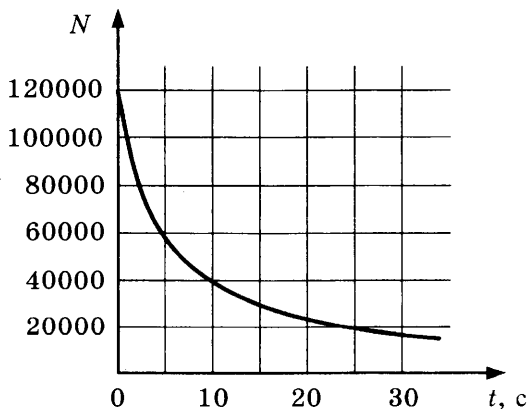


556. Какая часть исходных радиоактивных ядер распадается за время, равное двум периодам полураспада?

557. Дан график зависимости числа не распавшихся ядер ртути ${}_{80}^{190}\text{Hg}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа ртути (в минутах)?



558. На рисунке дан график зависимости числа N не распавшихся ядер радиоактивного изотопа от времени. Через какой промежуток времени (в секундах) останется половина первоначального числа ядер?



559. Определите дефект масс ядра гелия ${}_{2}^{3}\text{He}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра гелия 3,016 а.е.м., $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.

560. Определите дефект масс ядра азота ${}^{14}_7\text{N}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра азота 14,0067 а.е.м., $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$.
561. Определите энергию связи ядра лития ${}^6_3\text{Li}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра лития 6,0151 а.е.м., $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, а скорость света $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.
562. Определите энергию связи ядра углерода ${}^{12}_6\text{C}$. Масса протона приблизительно равна 1,0073 а.е.м., нейтрона 1,0087 а.е.м., ядра углерода 12,0000 а.е.м., $1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$, а скорость света $c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$.

1. Механика

563. Теплоход, имеющий длину 100 м, движется по прямому курсу в неподвижной воде со скоростью 10 м/с. Катер, имеющий скорость 15 м/с, проходит расстояние от кормы движущегося теплохода до его носа и обратно. Сколько времени потратит катер?
564. По наклонной доске пустили катиться снизу вверх шарик. На расстоянии 30 см от начального положения шарик побывал дважды: через 1 с и через 3 с после начала движения. Определите модуль ускорения шарика, считая движение прямолинейным и равноускоренным.
565. По гладкой наклонной плоскости пустили груз снизу вверх с начальной скоростью 0,6 м/с. Через 1 с груз переместился на 40 см от начала пути. Через какой промежуток времени после начала движения груз снова попадет в это положение?
566. По одному направлению из одной точки с интервалом в 6 с начали двигаться два тела: одно равномерно со скоростью 5 м/с, а другое равноускоренно без начальной скорости с ускорением 2 м/с². Через сколько секунд второе тело достигнет первое?
567. Мимо остановки по прямой улице проезжает грузовик со скоростью 10 м/с. Через 5 с от остановки вдогонку за грузовиком отъезжает мотоциклист, движущийся с ускорением 3 м/с². На каком расстоянии от остановки мотоциклист догонит грузовик?
568. Через 40 с после отхода теплохода вдогонку за ним от той же пристани отправился катер с постоянным ускорением 0,5 м/с². Определите, на каком расстоянии от пристани катер догонит теплоход, если теплоход двигался равномерно со скоростью 18 км/ч.
569. С какой высоты падало тело, если в последнюю секунду падения оно прошло путь 45 м?

570. В течение какого времени падало тело, если в последнюю секунду падения оно прошло $3/4$ всего пути? Начальная скорость тела равна нулю.
571. Аэростат поднимается с земли с ускорением 2 м/с^2 вертикально ввѣрх без начальной скорости. Через 20 с после начала движения из него выпал предмет. Определите, на какой наибольшей высоте относительно Земли побывал предмет.
572. В течение 20 с ракета поднимается с постоянным ускорением 8 м/с^2 , после чего двигатели ракеты выключаются. На какой максимальной высоте побывала ракета?
573. Из брандспойта, расположенного около поверхности земли, вырывается струя воды со скоростью 10 м/с . Брандспойт медленно вращается вокруг вертикальной оси. Одновременно с этим меняется угол его наклона к земле. Определите максимальную площадь, которую можно полить этим брандспойтом.
574. Зная ускорение свободного падения на поверхности Земли (10 м/с^2) и радиус планеты (6400 км), рассчитайте ее среднюю плотность.
575. Ускорение свободного падения на поверхности Юпитера $24,9 \text{ м/с}^2$, а радиус планеты $7,13 \cdot 10^7 \text{ м}$. Вычислите по этим данным среднюю плотность планеты.
576. Как изменится ускорение свободного падения на поверхности планеты, если плотность планеты увеличится в 2 раза, а радиус планеты останется прежним?
577. Плотность Меркурия примерно равна плотности Земли, а радиус в 2,63 раза меньше. Определите отношение первой космической скорости на Меркурии к первой космической скорости на Земле v_M / v_3 .
578. Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте 600 км от поверхности планеты. Радиус планеты равен 3400 км , ускорение свободного падения на поверхности планеты равно 4 м/с^2 . Какова скорость движения спутника по орбите?

579. На какую высоту надо запустить искусственный спутник Земли, чтобы для наблюдателя, находящегося на Земле, он казался неподвижным? Считайте орбиту спутника окружностью, концентричной с экватором. Радиус Земли 6400 км. Ускорение свободного падения на поверхности Земли 10 м/с^2 .
580. Масса планеты составляет 0,2 от массы Земли, радиус планеты втрое меньше, чем радиус Земли. Чему равно отношение периодов обращения искусственных спутников планеты и Земли $T_{\text{п}}/T_{\text{З}}$, двигающихся по круговым орбитам на небольшой высоте?
581. Каков радиус кольца Сатурна, в котором частицы движутся с периодом, примерно равным периоду вращения Сатурна вокруг своей оси — 10 ч 40 мин? Масса Сатурна равна $5,7 \cdot 10^{26}$ кг.
582. Плотность Марса приблизительно равна плотности Земли, а масса в 10 раз меньше. Определите отношение периода обращения спутника, движущегося вокруг Марса по низкой круговой орбите, к периоду обращения аналогичного спутника Земли.
583. Определите массу груза, который нужно сбросить с аэростата, движущегося равномерно вниз, чтобы он стал двигаться с такой же по модулю скоростью вверх. Общая масса аэростата и груза 1100 кг. Архимедова сила, действующая на аэростат, равна 10 кН. Силу сопротивления воздуха при подъёме и спуске считайте одинаковой.
584. С вершины наклонной плоскости высотой 5 м и углом наклона к горизонту 45° начинает соскальзывать тело. Определите скорость тела в конце спуска, если коэффициент трения тела о плоскость равен 0,19.
585. Телу толчком сообщили скорость, направленную вверх вдоль наклонной плоскости. Найдите величину ускорения тела, если высота наклонной плоскости 4 м, ее длина 5 м, а коэффициент трения 0,5?
586. Автомобиль массой 5 т равномерно со скоростью 72 км/ч въезжает на вогнутый мост, по форме представляющий

собой дугу окружности радиуса 80 м. Определите, с какой силой автомобиль давит на мост в точке, радиус которой составляет с вертикалью 45° .

587. С какой скоростью едет автомобиль по выпуклому мосту, радиус кривизны которого 25 м, если давление автомобиля на мост в верхней точке моста в два раза больше, чем в точке, направление на которую из центра кривизны моста составляет 45° с вертикалью?

588. Два тела массами M при помощи первой нити подвешены на невесомом блоке и находятся в равновесии. К одному из них с помощью второй нити подвесили груз массой $2M$, и система пришла в движение. С какой силой груз массой $2M$ действует на вторую нить?



589. На вершине наклонной плоскости с углом наклона 30° установлен неподвижный блок, через который переброшена нить, к концам нити прикреплены грузы. Груз массой 5 кг скользит по гладкой наклонной плоскости, а другой груз массой 3 кг опускается по вертикали. Определите ускорение, с которым движутся тела.

590. Найдите угловую скорость вращения конического маятника на невесомой нерастяжимой нити длиной 5 см, совершающего круговые движения в горизонтальной плоскости. Нить образует с вертикалью угол 60° .

591. Гирька массой 100 г, привязанная к резиновому шнуру, вращается с угловой скоростью 10 рад/с по окружности в горизонтальной плоскости так, что шнур составляет угол 60° с вертикалью. Найдите длину нерастянутого шнура, если его жесткость 40 Н/м.

592. К стене прислонена лестница массой 15 кг. Центр тяжести лестницы находится на расстоянии $1/3$ длины от верхнего ее конца. Какую силу, направленную горизонтально, надо приложить к середине лестницы, чтобы верхний её конец не оказывал давления на стену? Угол между лестницей и стеной 45° .
593. Определите силу давления жидкости плотностью 800 кг/м^3 на боковую стенку закрытого кубического сосуда объёмом 8 м^3 , полностью заполненного жидкостью.
594. Сосуд квадратного сечения (сторона квадрата 20 см) заполнен водой до высоты 40 см. Определите силу давления на боковую стенку сосуда. Плотность воды 1000 кг/м^3 .
595. Чему равна плотность керосина, если плавающей в нем сплошной деревянный куб, плотностью 700 кг/м^3 , с длиной ребра 8 см выступает над поверхностью жидкости на 1 см?
596. Какой наибольший груз может перевозить бамбуковый плот площадью 10 м^2 и толщиной 50 см, если плотность бамбука 400 кг/м^3 ? Плотность воды 1000 кг/м^3 .
597. Космический корабль $M = 3000 \text{ кг}$ начал разгон в межпланетном пространстве, включив ракетный двигатель. Из сопла двигателя ежесекундно выбрасывается 3 кг $\left(\frac{\Delta m}{\Delta t} = 3 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \right)$ горючего газа со скоростью $v = 600 \text{ м/с}$. Какой будет скорость v корабля через 20 с после начала разгона? Изменением массы корабля за время движения пренебречь. Принять, что поле тяготения в пространстве, в котором движется корабль, пренебрежимо мало.
598. Начальная скорость снаряда, выпущенного из пушки вертикально вверх, равна 10 м/с . В точке максимального подъёма снаряд разорвался на два осколка, массы которых относятся как $2 : 1$. Осколок большей массы упал на Землю первым со скоростью 20 м/с . До какой максимальной высоты может подняться осколок меньшей массы? Считать поверхность Земли плоской и горизонтальной.
599. В точке максимального подъёма снаряд выпущенный из орудия вертикально вверх разорвался на два осколка.

Первый осколок массой m_1 двигаясь вертикально вниз упал на землю, имея скорость в 1,25 раз больше начальной скорости снаряда v_0 , а второй осколок массой m_2 при касании поверхности земли имел скорость в 1,8 раз большую v_0 . Чему равно отношение масс m_1/m_2 этих осколков? Сопротивлением воздуха пренебречь.

600. Груз массой 100 г привязан к нити длиной 1 м. Нить с грузом отвели от вертикали на угол 90° . Каково центростремительное ускорение груза в момент, когда нить образует с вертикалью угол 60° ?
601. Шарик соскальзывает без трения с верхнего конца наклонного жёлоба, переходящего в «мертвую петлю» радиусом R . Чему равна сила давления шарика на жёлоб в верхней точке петли, если масса шарика равна 100 г, а верхний конец жёлоба поднят на высоту $3R$ по отношению к нижней точке «мертвой петли»?

2. Молекулярная физика. Газовые законы

602. Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой 400 кг и содержит 100 кг гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C и давление 10^5 Па? Молярная масса воздуха 0,029 кг/моль, а гелия 0,004 кг/моль. Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
603. Воздушный шар с газонепроницаемой оболочкой массой 400 кг заполнен гелием. На высоте, где температура воздуха 17°C и давление 10^5 Па, шар может удерживать груз массой 225 кг. Какова масса гелия в оболочке шара? Молярная масса воздуха 0,029 кг/моль, гелия 0,004 кг/моль. Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.
604. Воздушный шар объёмом 2500 м^3 с массой оболочки 400 кг имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Рассчитайте максимальную мас-

су груза, который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры $77\text{ }^{\circ}\text{C}$. Температура окружающего воздуха $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, его плотность $1,2\text{ кг/м}^3$. Оболочку шара считать нерастяжимой.

605. Воздушный шар объёмом 2500 м^3 имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Если температура окружающего воздуха $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, его плотность $1,2\text{ кг/м}^3$, то при нагревании воздуха в шаре до температуры $77\text{ }^{\circ}\text{C}$ шар поднимает груз с максимальной массой 200 кг . Какова масса оболочки шара? Оболочку шара считать нерастяжимой.
606. В цилиндре под поршнем площадью 100 см^2 находится 28 г азота при температуре 273 К . Цилиндр нагревается до температуры 373 К . На какую высоту поднимется поршень массой 100 кг ? Атмосферное давление 10^5 Па . Молярная масса азота $0,028\text{ кг/моль}$.
607. Температура воздуха в цилиндре $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. На сколько переместится поршень при нагревании воздуха на 20 К , если вначале расстояние от дна цилиндра до поршня было равно 14 см ?
608. В цилиндре под поршнем находится газ. Чтобы поршень оставался в неизменном положении при увеличении абсолютной температуры газа в 2 раза, на него следует положить груз массой 10 кг . Площадь поршня 10 см^2 . Найдите первоначальное давление газа.
609. Газ находится в вертикальном цилиндре под поршнем массой 5 кг . Какой массы груз надо положить на поршень, чтобы он остался в прежнем положении, когда абсолютная температура газа будет увеличена вдвое? Атмосферное давление 10^5 Па . Площадь поршня $0,001\text{ м}^2$.
610. Посередине откаченной и запаянной с двух концов горизонтальной трубки длиной 1 м находится столбик ртути длиной 20 см . Если трубку поставить вертикально, то столбик ртути перемещается на расстояние 10 см . До какого давления была откачена трубка? Плотность ртути $13\text{ }600\text{ кг/м}^3$.

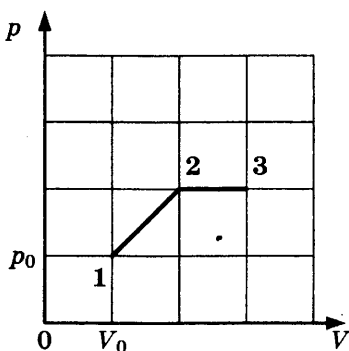
611. Поршень площадью 10 см^2 массой 5 кг может без трения перемещаться в вертикальном цилиндрическом сосуде, обеспечивая при этом его герметичность. Сосуд с поршнем, заполненный газом, покоится на полу неподвижного лифта при атмосферном давлении 100 кПа , при этом расстояние от нижнего края поршня до дна сосуда 20 см . Каким станет это расстояние, когда лифт поедет вверх с ускорением равным 2 м/с^2 ? Изменение температуры газа не учитывать.

3. Термодинамика

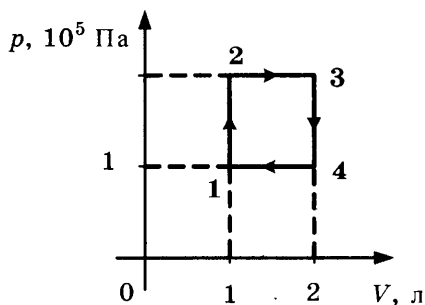
612. В сосуд, содержащий 8 кг воды при температуре $15 \text{ }^\circ\text{C}$, положили лед, имеющий температуру $-40 \text{ }^\circ\text{C}$. В результате теплообмена установилась температура $-3 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите массу льда. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$, а его удельная теплоёмкость $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$.
613. Ванну вместимостью 85 л необходимо заполнить водой, имеющей температуру $30 \text{ }^\circ\text{C}$, используя воду при $80 \text{ }^\circ\text{C}$ и лед при температуре $-20 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите массу льда, который следует положить в ванну. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, удельная теплота плавления льда 336 кДж/кг , а его удельная теплоемкость $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$.
614. В воду массой 500 г , находящуюся при температуре $16 \text{ }^\circ\text{C}$, впустили 75 г водяного пара, имеющего температуру $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите установившуюся температуру воды. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, удельная теплота парообразования $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$.
615. В калориметр налили 2 кг воды, имеющей температуру $5 \text{ }^\circ\text{C}$, и положили кусок льда массой 5 кг при температуре $-40 \text{ }^\circ\text{C}$. Определите установившуюся температуру. Удельная теплоёмкость воды $4200 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, удельная теплоёмкость льда $2100 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$, а его удельная теплота плавления $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$.
616. Из сосуда с небольшим количеством воды при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ откачивают воздух, при этом испаряется $6,6 \text{ г}$ воды, а остав-

шаяся часть замерзает. Найдите массу образовавшегося льда. Удельная теплота парообразования воды при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $2,5 \cdot 10^6$ Дж/кг, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг.

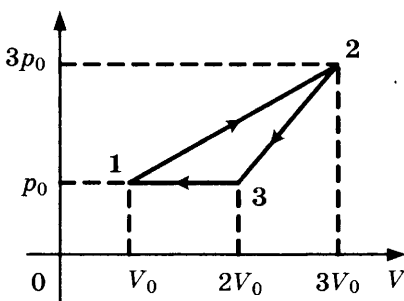
617. В колбе находилось $5,66$ кг воды при температуре $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Когда из колбы откачали воздух, вода превратилась в лед. Сколько воды при этом испарилось, если притока тепла извне не было? Удельная теплота испарения воды при этой температуре $2,5 \cdot 10^6$ Дж/кг, а удельная теплота плавления льда $3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг.
618. В сосуде с небольшой трещиной находится воздух, который может просачиваться сквозь трещину. Во время опыта давление воздуха в сосуде возросло в 2 раза, а его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза при неизменном объёме. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия воздуха в цилиндре? (Воздух считать идеальным газом).
619. В цилиндре, закрытом подвижным поршнем, находится газ, который может просачиваться сквозь зазор вокруг поршня. В опыте по сжатию его объём уменьшился в 6 раз, а абсолютная температура уменьшилась вдвое при неизменном давлении. Во сколько раз изменилась внутренняя энергия газа в цилиндре? (Газ считать идеальным газом).
620. Какое количество теплоты подведено к двум молям одноатомного идеального газа при осуществлении процесса 1–2–3, если начальная температура его была равна 300 K ?



621. Рассчитайте КПД тепловой машины, использующей в качестве рабочего тела одноатомный идеальный газ и работающей по циклу, изображенному на рисунке.



622. Рассчитайте КПД тепловой машины, использующей в качестве рабочего тела одноатомный идеальный газ и работающей по циклу, изображенному на рисунке.



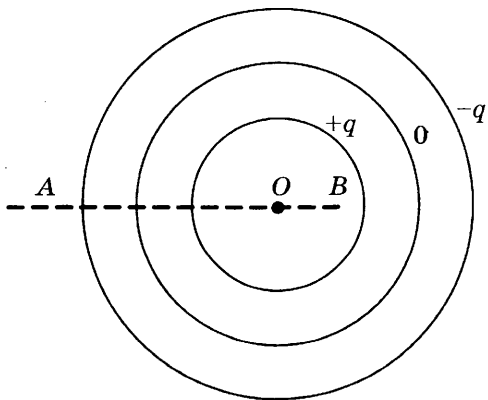
4. Электричество и магнетизм

623. На какое расстояние по горизонтали переместится частица, имеющая массу 1 мг и заряд 2 нКл, за время 3 с в однородном горизонтальном электрическом поле напряженностью 50 В/м, если начальная скорость частицы равна нулю? Ответ выразите в сантиметрах. Действием силы тяжести пренебречь.
624. Пылинка, имеющая положительный заряд 10^{-11} Кл, влетела в горизонтальное однородное электрическое поле

вдоль его силовых линий с начальной скоростью $0,1$ м/с и переместилась на расстояние 4 см. Чему равна масса пылинки, если её скорость увеличилась на $0,2$ м/с при напряженности поля 10^5 В/м? Ответ выразите в миллиграммах (мг). Действием силы тяжести пренебречь.

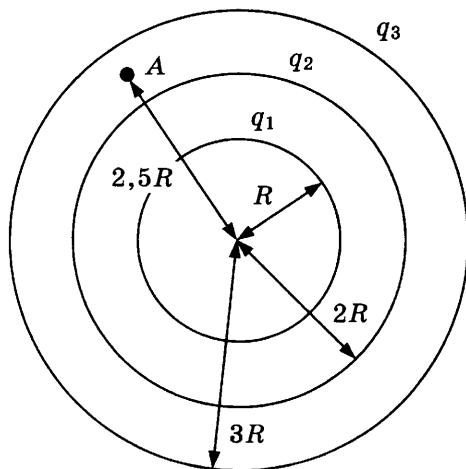
625. Горизонтально расположенная, положительно заряженная пластина создает вертикально направленное однородное электрическое поле напряженностью 100 кВ/м. С высоты 10 см на пластину падает шарик массой 40 г, имеющий отрицательный заряд (-10^{-6}) Кл и начальную скорость 2 м/с, направленную вертикально вниз. Какую энергию шарик передаст пластине при абсолютно неупругом ударе?

626. Три концентрические равномерно заряженные сферы радиусом 10 , 20 , 30 см несут заряды $+q$, 0 и $-q$ соответственно. В каждой из них имеется по одному малому отверстию, причем они расположены на одной прямой, проходящей через центр сфер O , перпендикулярно их поверхностям. Вдоль этой линии из точки A , расположенной на расстоянии 40 см от центра сферы, летит электрон, пролетает сквозь отверстия и оседает на стенке в точке B . Укажите в сантиметрах суммарную длину отрезка, на котором меняется скорость электрона при полете от A до B .

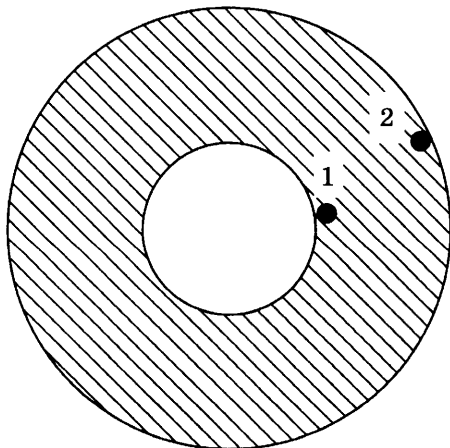


627. Точечный заряд q создаёт на расстоянии R электрическое поле напряженностью $E_1 = 62,5$ В/м. Три концентриче-

ские сферы радиусами R , $2R$ и $3R$ несут равномерно распределенные по их поверхностям заряды $q_1 = +2q$, $q_2 = -q$ и $q_3 = +q$ соответственно. Чему равна напряженность поля в точке A , отстоящей от центра сфер на расстоянии $R_A = 2,5R$?

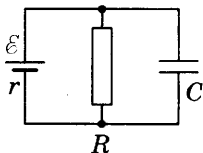


628. Проводящий шар радиусом 5 см с зарядом 4 нКл окружен сферической оболочкой из диэлектрика радиусом 10 см. Диэлектрическая проницаемость вещества оболочки равна 2. Найдите напряженность поля вблизи внутренней (1) и внешней (2) поверхностей диэлектрика.

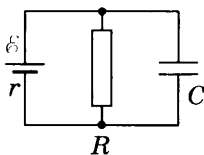


629. Конденсатор, заряженный до напряжения 200 В, соединяют разноименными обкладками с конденсатором такой же электроёмкости, но заряженным до напряжения 400 В. Определите установившееся напряжение батареи.
630. Конденсатор, электрическая ёмкость которого $C_1 = 5$ мкФ, заряжен так, что разность потенциалов между его пластинами $U_1 = 80$ В. Второй конденсатор, электрическая ёмкость которого $C_2 = 10$ мкФ, имеет разность потенциалов между пластинами $U_2 = 50$ В. Разноименно заряженные пластины конденсаторов попарно соединили проводниками. Чему равен модуль разности потенциалов U между пластинами каждого конденсатора?
631. Между двумя параллельными, вертикально расположенными диэлектрическими пластинами создано однородное электрическое поле, напряженность которого равна $E = 2 \cdot 10^5$ В/м, направленное слева направо. Между пластинами помещен шарик на расстоянии $d = 1,5$ см от левой пластины и $b = 2,5$ см от правой. Заряд шарика $q = -0,2$ нКл, масса $m = 20$ мг. Шарик освобождают, и он начинает двигаться. На сколько успеет сместиться шарик по вертикали до удара об одну из пластин? Пластины имеют достаточно большой размер.
632. На сколько градусов нагреется вода, если через кипятильник пройдет заряд 100 Кл? Напряжение на нагревателе 210 В, масса воды 500 г, удельная теплоёмкость воды 4200 Дж/(кг·К). Тепловыми потерями пренебречь.
633. К однородному медному цилиндрическому проводнику длиной 10 м приложили разность потенциалов 1 В. Определите промежуток времени, в течение которого температура проводника повысится на 10 К. Изменением сопротивления проводника и рассеянием тепла при его нагревании пренебречь. Плотность меди 8900 кг/м³, удельное сопротивление меди $1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м, удельная теплоёмкость меди 380 Дж/(кг·К).
634. При замыкании на сопротивление 5 Ом батарея дает ток силой 1 А. Сила тока короткого замыкания батареи равна 6 А. Какую наибольшую полезную мощность может дать батарея?

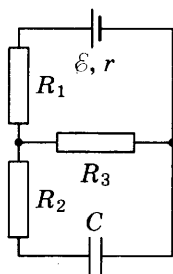
635. Элемент замыкают один раз сопротивлением 4 Ом, другой — сопротивлением 9 Ом. В обоих случаях во внешней цепи выделяется одинаковая мощность. При каком внешнем сопротивлении она будет наибольшей?
636. К источнику тока с ЭДС $\mathcal{E} = 9$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом подключили параллельно соединенные резистор с сопротивлением $R = 8$ Ом и плоский конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 0,002$ м. Какова напряженность электрического поля между пластинами конденсатора?



637. Найдите электрический заряд на конденсаторе емкостью $C = 1$ мФ (см. рис.), если внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом, его ЭДС равна 24 В, сопротивление резистора $R = 10$ Ом.



638. Конденсатор емкостью 2 мкФ присоединен к источнику постоянного тока с ЭДС 3,6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом. Сопротивления резисторов $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 7$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Каков заряд на левой обкладке конденсатора?



639. Проволочный виток, имеющий площадь 10 см^2 , разрезан в некоторой точке, и в разрез включен конденсатор емкости 10 мкФ . Виток помещен в однородное магнитное поле, силовые линии которого перпендикулярны к плоскости витка. Индукция магнитного поля равномерно убывает за $0,2 \text{ с}$ на $0,01 \text{ Тл}$. Определите заряд на конденсаторе.

5. Колебания и волны

640. Период колебаний математического маятника в неподвижном лифте 1 с . С каким ускорением, направленным вниз, движется лифт, если период колебаний маятника стал $1,1 \text{ с}$?
641. При какой скорости поезда маятник с длиной нити 1 м , подвешенный в вагоне, раскачивается наиболее сильно? Длина рельса 30 м .
642. Максимальный заряд конденсатора в колебательном контуре 6 мкКл . Индуктивность катушки 3 мГн , электроёмкость конденсатора 2 мкФ . В некоторый момент времени сила тока в колебательном контуре равна $0,024 \text{ А}$. Определите заряд на конденсаторе в этот момент времени.
643. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности 5 мА , а амплитуда напряжения на конденсаторе 2 В . Определите напряжение на конденсаторе в тот момент, когда сила тока будет 3 мА .
644. Заряд конденсатора идеального колебательного контура, состоящего из катушки индуктивности 25 мкГн и конденсатора, при свободных колебаниях меняется по закону $q = 10^{-4} \sin(2 \cdot 10^3 t)$, где все величины выражены в СИ. Определите максимальную энергию конденсатора.
645. Определите период электромагнитных колебаний в колебательном контуре, если амплитуда силы тока равна I_m , а амплитуда электрического заряда на пластинах конденсатора q_m .

646. Пружинный маятник совершает гармонические колебания с амплитудой 2 см. Полная энергия колебаний 0,3 Дж. При каком смещении от положения равновесия на шарик действует возвращающая сила 22,5 Н?
647. Максимальная сила тока в колебательном контуре радиоприёмника 24 мА. При этом максимальный заряд конденсатора контура 6 нКл. На какую частоту настроен радиоприёмник?

6. Оптика

648. Дифракционная решетка, имеющая 500 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,2 м от него. Какого порядка максимум в спектре будет наблюдаться на экране на расстоянии 70 см от центра дифракционной картины при освещении решетки нормально падающим пучком света длиной волны 500 нм? Учтите, что $\sin \alpha \neq \operatorname{tg} \alpha$.
649. Дифракционная решетка, имеющая 400 штрихов на 1 мм, расположена параллельно экрану на расстоянии 1,5 м от него. На решетку перпендикулярно ее плоскости направлен пучок света. Определите длину волны света, если расстояние на экране между вторыми максимумами слева и справа от центрального (нулевого) равно 60 см. Ответ выразите в микрометрах (мкм) и округлите до сотых. Учтите, что $\sin \alpha \neq \operatorname{tg} \alpha$.
650. Чему равен угол полного внутреннего отражения при падении луча на границу двух сред, относительный показатель преломления которых 2?
651. На дне ручья лежит камешек. Мальчик хочет попасть в него палкой. Прицеливаясь, он держит палку в воздухе под углом 45° . На каком расстоянии от камешка воткнется в дно ручья палка, если его глубина 32 см? Показатель преломления воды $4/3$.
652. В дно водоёма глубиной 2 м вбита свая, на 50 см выступающая из воды. Найдите длину тени сваи на дне водоёма, если угол падения лучей 30° , показатель преломления воды 1,33.

653. Солнце составляет с горизонтом угол, синус которого 0,6. Шест высотой 170 см вбит в дно водоёма глубиной 80 см. Найдите длину тени на дне водоёма, если показатель преломления воды $4/3$.
654. На дне водоёма глубиной 2 м лежит зеркало. Луч света, пройдя через воду, отражается от зеркала и выходит из воды. Найдите расстояние между точкой входа луча в воду и точкой выхода луча из воды, если показатель преломления воды 1,33, а угол падения входящего луча 30° .

7. Специальная теория относительности

655. Космический корабль, стартовав с Земли, вышел в открытый космос, при этом темп хода часов космического корабля замедлился в 2 раза для земного наблюдателя. Чему будет равна площадь квадрата со стороной 1 м для этого же наблюдателя, если вектор скорости корабля параллелен одной из сторон квадрата.
656. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы 10 нс. Какой путь пролетит эта частица до распада в лабораторной системе отсчета, где время её жизни 20 нс?
657. Определите релятивистский импульс электрона, который имеет массу покоя m_0 и движется со скоростью $\frac{\sqrt{3}}{2}c$.
658. Электрон движется со скоростью $0,75c$. Определите, во сколько раз его релятивистский импульс больше импульса, рассчитанного по классической формуле?
659. При какой скорости кинетическая энергия электрона равна его энергии покоя?
660. Полная энергия частицы, вышедшей из ускорителя, равна $10,2 \cdot 10^{-14}$ Дж, а её импульс $2 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с. Определите скорость частицы.
661. Какую работу нужно совершить, чтобы увеличить скорость частицы с массой покоя m_0 от $0,6c$ до $0,8c$?

8. Квантовая физика

662. Электромагнитное излучение с длиной волны 330 нм используется для нагревания воды массой 200 г. Сколько времени потребуется для нагревания воды на $10\text{ }^\circ\text{C}$, если источник за 1 с излучает 10^{20} фотонов? Считать, что излучение полностью поглощается водой. Удельная теплоемкость воды $4200\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$.
663. Каплю черной жидкости массой 0,05 г освещают пучком лазерного света с длиной волны 600 нм. Интенсивность пучка $2 \cdot 10^{17}$ фотонов в секунду. С какой скоростью начнет увеличиваться температура капли, если удельная теплоемкость жидкости $2000\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$?
664. Каплю черной жидкости освещают пучком лазерного света с длиной волны 750 нм и интенсивностью пучка 10^{17} фотонов в секунду. При этом капля начинает нагреваться со скоростью $0,4\text{ K}/\text{с}$. Какова масса капли? Удельная теплоемкость жидкости $2125\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$.
665. Препарат активностью $3,9 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в металлический контейнер массой 1 кг. За S ч температура контейнера повысилась на $4,6\text{ K}$. Известно, что данный препарат испускает α -частицы энергией $5,3\text{ МэВ}$, причем энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Найдите удельную теплоемкость металла. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь.
666. Препарат активностью $1,7 \cdot 10^{11}$ частиц в секунду помещен в медный контейнер массой 500 г. За 30 мин температура контейнера повысилась на $1,3\text{ K}$. Найдите энергию α -частицы, считая, что энергия всех α -частиц полностью переходит во внутреннюю энергию контейнера. Теплоемкостью препарата и теплообменом с окружающей средой пренебречь. Удельная теплоемкость меди $380\text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Ответ выразите в МэВ.
667. Период полураспада радона 3,8 дня. Через какое время масса радона уменьшится в 64 раза?
668. Период полураспада радия 1600 лет. Через какое время масса радиоактивного радия уменьшится в 4 раза?

669. Период полураспада изотопа ртути 20 мин. Если изначально масса этого изотопа равна 40 г, то сколько примерно его будет через 1 ч?
670. Какая часть исходных радиоактивных ядер распадается за время, равное двум периодам полураспада?
671. Какая доля (в процентах) радиоактивных атомов остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

ОТВЕТЫ К СБОРНИКУ ЗАДАНИЙ

Часть 1 ЕГЭ

1. Механика

4. Окружность. 5. Две длины самолета. 6. 942 м. 7. 20 км.
8. 5 м. 9. 2 м. 10. 2,5 с. 11. 10 м/с. 12. 8,4 м³. 13. 2 м/с.
14. 5 см/мин. 15. 15 м/с или 54 км/ч. 16. 21 м/с. 17. 1,5 м/с².
18. 0,4 м/с². 19. 25 с. 20. 10 м/с. 21. 8,8 м/с. 22. 5,5 м/с.
23. 70 м. 24. 50 м. 25. 90 м/с. 26. 3 с. 27. 1 м/с². 28. 2 м/с².
29. 8 м/с. 30. 5 м/с. 31. 6 с. 32. 0,628 м/с. 33. 3,6 м/с².
34. 2,96 м/с². 35. Уменьшится в 9 раз. 36. При равномерном
прямолинейном движении. 37. При равномерном прямолинейном
движении. 38. 1,5 кг. 39. 6 кг. 40. 100 Н. 41. 2,5 т.
42. 2 Н; 16 Н. 43. 7,81 Н. 44. 50 Н. 45. 0,4 м/с². 46. 50 кг.
47. 0,001 кг. 48. Увеличится в 6 раз. 49. 4 м/с². 50. 0,25 кг.
51. 3,75 м/с². 52. $3,27 \cdot 10^{23}$ кг. 53. 0,3 м. 54. 18 см. 55. 0,125.
56. 30 Н · м. 57. 0,2 м. 58. $F_1 l_1 = F_2 l_2 + F_3 l_3$ или $F_2 l_2 + F_3 l_3 - F_1 l_1 = 0$.
59. 90°. 60. Стальной, в 2,9 раза. 61. 2 кПа. 62. 40 м.
63. 500 Н. 64. 0,4 Н. 65. 0,65 Н. 66. 2500 Н. 67. в 5 раз.
68. 40 000 км · м/с. 69. Уменьшится на 100 км · м/с. 70. 3 Н.
71. $\sqrt{5}mv$. 72. 0,4 м/с. 73. 4 м/с. 74. 2 м/с. 75. 60°. 76. 0 Дж.
77. 8,4 к Вт. 78. 40 кВт. 79. 694,4 Дж. 80. 2520 Дж.
81. 0,45 Дж. 82. 0 Дж. 83. 75 Дж. 84. 25%.

2. Молекулярная физика. Газовые законы

85. Уменьшается. 86. В жидком. 87. $1,77 \cdot 10^{-9}$ м.
88. $4,7 \cdot 10^{-26}$ кг. 89. на 5 °С. 90. $6,2 \cdot 10^{-21}$ Дж. 91. 200 К.
92. Увеличилась в 4 раза. 93. 4 кг. 94. 0,3 м³. 95. 9,5 л.
96. 950 К. 97. 225 см³. 98. на 273 К. 99. 3 л. 100. А. 101. А.
102. ВС. 103. 54%. 104. 12 °С. 105. 50%.

3. Термодинамика

106. В начале увеличивается, а в конце уменьшается.
109. У дерева плохая теплопроводность, мешалка не так сильно
нагревается от варенья. 110. Воздух, охлажденный моро-
зильной камерой, за счет конвекции опускается, постепенно
понижая температуру всего содержимого холодильника.
111. 68,4 кДж. 112. 450 Дж/(кг · К). 113. 2 кг. 114. Темпера-
тура. 115. Первое. 116. 5–6. 117. 50 °С. 118. 1. 119. 2.

120. 7479 Дж. 121. $12 \cdot 10^6$ Дж. 122. на 120 Дж. 123. 200 Дж.
124. 2493 Дж. 125. -200 Дж. 126. 200 Дж. 127. 700 Дж.
128. 22,5 кДж. 129. 1200 Дж. 130. 200 Дж. 131. 50 кДж.
132. 200 Дж. 133. 25%.

4. Электричество и магнетизм

134. Нет, они также могут быть отрицательно заряжены.
135. Положительно. 136. Притянется к стержню. 137. 10 Н.
138. Увеличится в 1,41 раза. 139. 200 кН/Кл. 140. 5 В.
141. 18 мКл. 142. 15 нКл. 143. 20 кВ/м. 144. 1875 В/м.
145. 4 В. 146. Работа сил электростатического поля по траекториям I, II, III одинакова. 147. Работа одинакова на траекториях I, II и III. 148. Не изменится. 149. Не изменится.
150. 128 Дж. 151. Увеличится в 4 раза. 152. 1,5 А. 153. 480 А.
154. $3 \cdot 10^{17}$. 155. 20 В. 156. 0,18 Дж. 157. 0,12 Ом.
158. 0,96 В. 159. 1,75 Ом. 160. 3 А. 161. 16 Ом. 162. 50 Ом.
163. 900 с. 164. Увеличится в 8 раз. 165. 1500 Вт. 166. Повернется на 180° . 167. Повернется на 90° по часовой стрелке.
168. Против часовой стрелки. 170. 0,3 Н. 171. 5 А. 172. Не изменится. 173. Вверх. 174. $6,4 \cdot 10^{-12}$ Н. 175. 1 : 2. 176. 0-2 с и 5-6 с. 177. 3-4 с. 178. 60° . 179. Параллельно линиям магнитной индукции. 180. Увеличивается в 3 раза. 181. 0,2 Вб/с.
182. 0,5 с. 183. 0,016 В. 184. 0,032 А. 185. По часовой стрелке.
186. По часовой стрелке. 187. Южный. 188. 2,5 мГн.
189. 10 А. 190. 4 Дж. 191. 0,6 Гн.

5. Колебания и волны

192. 1,25 Гц. 193. 0,05 с. 194. 2200. 195. 0,2 м. 196. 10 м.
197. Не изменился. 198. 3,56 Гц. 199. 0,1 кг. 200. 1600 Н/м.
201. В 2 раза. 202. 0,6 с. 203. 0,75 Гц. 204. Повышение тона.
205. 1435 м/с. 206. 5 м. 207. 79 Гц. 208. 100л рад/с. 209. 13 мс.
210. Увеличится в 2 раза. 211. 10 Гц. 212. 35,4 В. 213. 7,07 А.
214. 25,5 А. 215. 0,3 А. 216. 3 м. 217. 2,950 м. 218. $5 \cdot 10^{14}$ Гц.
219. У красного. 220. 500 с.

6. Оптика

221. В 5 раз. 222. 1 м. 223. 2 м. 224. 60° . 225. Увеличится на 5° . 226. 40° . 227. 4 м. 228. На 1 м. 229. В 2 раза. 230. 45° . 231. 60° . 232. Угол падения меньше угла преломления. 233. В 2,42 раза. 234. В 1,33 раза. 235. 1,73. 236. Из алмаза в воду. 237. В воде. 238. 1,625. 239. 30° . 240. 30° . 241. $2 \cdot 10^8$ м/с.

242. Изменений не будет. 243. Собирающей. 244. -2 дптр. 245. $-0,5$ м. 246. Оптическая сила первой линзы в 2 раза больше. 247. 12,5 дптр. 248. 8,3 дптр. 249. 8 см. 250. 40 см. 253. Фиолетового. 254. Красного. 255. Красного. 256. Фиолетового. 257. Зеленого. 258. Лучи всех цветов. 259. $v_A = v_B > v_D$.

7. Специальная теория относительности

260. $9 \cdot 10^{10}$ Дж. 261. $0,25tc^2$. 262. В 1,25 раза. 263. $2,6 \cdot 10^8$ м/с. 264. 2,5 м/с.

8. Квантовая физика

265. Положительный. 266. Возрастает. 267. При освещении синим цветом. 268. 6,5 эВ. 269. 5 эВ. 270. 3,7 эВ. 271. $2,6 \cdot 10^{-7}$ м. 272. $2,2 \cdot 10^{-6}$ м. 273. 0 Кл. 274. $3,37 \cdot 10^{-19}$ Дж. 275. $3,3 \cdot 10^{-20}$ Дж. 276. $1,4 \cdot 10^{-27}$ кг \cdot м/с. 277. $6,6 \cdot 10^{-7}$ м. 278. 2. 279. $E_1 - E_0$. 280. $E_1 - E_0$. 281. Не изменится. 282. $3 \cdot 10^{-19}$ Дж. 283. $3 \cdot 10^{-19}$ Дж. 284. В его состав кроме криптона входят другие газы. 285. Газ содержит только атомы водорода и гелия. 286. ${}_{Z-2}^A Y$. 287. ${}_{Z-1}^A Y$. 288. ${}_{Z}^A Y$. 289. Около 600. 290. 18 сут. 291. Через 11,5 сут. 292. 146. 293. 42. 294. 126. 295. $X = 9$; $Y = 4$. 296. ${}^1_0 n$. 297. α -частица. 298. Протон.

Часть 2 ЕГЭ

1. Механика

299. 96 км/ч. 300. 180 м. 201. 200 с. 302. 251,8 м/с. 303. 15 м/с. 304. 36 с. 305. $s_x = -4t + t^2$. 306. -2 м. 307. 6 м. 308. -3 м/с. 309. 1 м. 310. 2 м. 311. Уменьшалась. 312. 45 м. 313. За седьмую секунду. 314. 50 м. 315. 0,106 с. 316. 465 м/с. 317. 3,44 м. 318. 4,5 м/с. 319. Увеличится в 25 раз. 320. В 4 раза. 321. 4 с. 322. 9 м. 323. 1,25 м. 324. 5 м/с. 325. 1,06 с. 326. 60 м. 327. 15 м. 328. 6 с. 329. 6 кг. 330. У первого масса в 8 раз больше. 331. 30 Н. 332. 5400 Н. 333. 0,2 Н. 334. 5 Н. 335. 5 м/с². 336. 0,4 Н. 337. 64 кН. 338. В 9 раз. 339. В 60 раз. 340. Уменьшится в 9 раз. 341. Увеличится в 4 раза. 342. 7,5 м/с². 343. Должна уменьшится в 9 раз. 344. 3652 м/с. 345. $6,2 \cdot 10^{23}$ кг. 346. Уменьшилась бы в 3 раза. 347. Не изменится. 348. 5070 с. 349. 240 Н/м. 350. 600 Н/м. 351. 900 Н/м. 352. 0,5 см. 353. 0,5 Н. 354. 6 Н.

355. В 3 раза. 356. 2,5 м/с. 357. 15 кН. 358. 10 Н. 359. 14 м.
 360. 2 м/с². 361. 3200 Н. 362. 840 Н. 363. 656 Н. 364. 45 кН.
 365. 8 Н. 366. 2,4 Н. 367. 0,135 Н. 368. 4000 Н. 369. $l \sin \alpha$.
 370. $F_{mp} l \cos \alpha$. 371. 10 см. 372. 0 Па. 373. 25 кПа. 374. 25,6 Н.
 375. 400 Н. 376. В 500 раз. 377. 26 см. 378. 0,4 Н. 379. 500 м³.
 380. $4mv$. 381. $\sqrt{2}mv$. 382. 4 м/с. 383. 0,055 м/с. 384. 39 Дж.
 385. 900 кДж. 386. 40 Дж. 387. 150 кВт. 388. 125 кВт.
 389. В 4 раза. 390. 1920 Дж. 391. -525 кДж. 392. 0 Дж.
 393. 1,5 Дж. 394. 50 Дж. 395. 3150 Дж. 396. 1,35 Дж.
 397. 25 м. 398. 1 Дж. 399. 75%. 400. 52,63 Дж.

2. Молекулярная физика. Газовые законы

401. 10⁶. 402. 26,7 г. 403. 40 кПа. 404. 40 моль.
 405. 16 моль. 406. 100 кПа. 407. 300 К. 408. 75 К. 409. Увели-
 чился в 9 раз. 410. 5 дм³. 411. 500 кПа. 412. 4000 Па.
 413. 0,0102 кг/м³.

3. Термодинамика

414. 625 Дж / (кг · К). 415. 500 Дж / (кг · К). 416. 70 °С.
 417. 42 °С. 418. 805,5 Дж / (кг · К). 419. 30 кДж. 420. 279,7 К.
 421. 0,048 К. 422. 48,37 м/с. 423. 259,6 км. 424. 7,56 кг.
 425. 4 кг. 426. 510 с. 427. 130 Дж. 428. 2,5 кДж. 429. А.
 430. 2002, 8 Дж. 431. 101,4 Дж. 432. 40 кДж. 433. 1,25.

4. Электричество и магнетизм

434. Уменьшится в 1,8 раза. 435. 40 В. 436. 3 кВ/м.
 437. $\frac{\sqrt{3}kq^2}{a^2}$. 438. 0,47кq. 439. $\frac{8,1kq}{a^2}$. 440. $\frac{\sqrt{2}kq}{a}$. 441. $\frac{2,5kq^2}{a}$.
 442. $-\frac{5kq^2}{a}$. 443. 17,32 кВ/м. 444. 10°. 445. 5 нКл.
 446. 832 МВ. 447. 166,7 В/м. 448. 312,5 В/м. 449. $\frac{2C}{5}$.
 450. Увеличится в 2 раза. 451. 9. 452. 525 Кл. 453. Уменьшит-
 ся в 2 раза. 454. 16 Ом. 455. Уменьшится в 4 раза. 456. Увели-
 чится в 6,25 раза. 457. 8 Ом. 458. 16 В. 459. 0,2 Ом. 460. $\frac{2R}{3}$.
 461. 2R. 462. 3,73 А. 463. 10,6 А. 464. 1584 т. 465. 0,5 А.
 466. 80%. 467. 5 А. 468. $\frac{5R}{3}$. 469. Южный полюс. 470. Отри-
 цательный. 471. Вертикально вниз. 472. Вверх. 473. 0,25 Тл.
 474. 0,05 Тл. 475. 10 А. 476. 0,05 Тл. 477. $9,55 \cdot 10^7$ м/с.

478. В 4 раза. 479. 65,5 мкс. 480. Уменьшается в 2 раза.
481. 2 А. 482. 5 А. 483. 0,02 А. 484. 2 Ом. 485. 125 мкКл.
486. 0,016 В. 487. 50 кН. 488. 7,5 мКл. 489. 48 мВб. 490. 1 В.
491. 0 мВ. 492. Увеличился в 3 раза. 493. 125 Дж.

5. Колебания и волны

494. 0,3 с. 495. 0,1256 с. 496. 0,1 м. 497. 160 Дж. 498. 5.
499. 990 м. 500. 1,18 с. 501. 300 м. 502. 1,7 мкКл. 503. 25 В.
504. 0,25 Гц. 505. Уменьшится в 3 раза. 506. Увеличится
в 2 раза. 507. Уменьшится в 2 раза. 508. $i = -0,4\pi \sin(40\pi)$.
509. 10 Гц. 510. На 1. 511. 10^{-4} Дж. 512. 200 В. 513. 0,3 А.
514. 100 В. 515. 40. 516. В первичной катушке действующее
значение силы тока в 20 раз меньше. 517. Уменьшить в 16 раз.
518. Увеличить в 4 раза. 519. 2,54 мкГн.

6. Оптика

520. 2 м. 521. 2 м. 522. 0,9 м. 523. 0,2 м/с. 524. 1/4.
525. 50° . 526. 0,3 м; 0,6 м. 527. 2 м. 528. 9 см. 529. 36 см.
530. 25 см. 531. 75 см. 532. 48 см. 533. 9. 534. 18,75 см.
536. 500 нм. 537. 0,18. 538. 2.

7. Специальная теория относительности

539. $2mc^2$. 540. 1 МэВ. 541. 2. 542. 0,66 м³. 543. 0,87с.
544. В 1,67 раза. 545. 0,8с. 546. $\frac{2\sqrt{2}}{3}c$. 547. 2 мкс.
548. В 7,1 раза.

8. Квантовая физика

549. 291 км/с. 550. $6,5 \cdot 10^5$ м/с. 551. $5,8 \cdot 10^5$ м/с.
552. $2,38 \cdot 10^{-14}$. 553. $3,66 \cdot 10^{20}$. 554. 4. 555. 6. 556. 3/4.
557. 25 мин. 558. 5 с. 559. $1,21 \cdot 10^{-29}$ кг. 560. $1,75 \cdot 10^{-28}$ кг.
561. $4,92 \cdot 10^{-12}$ Дж. 562. $1,43 \cdot 10^{-11}$ Дж.

Задания 29–32 ЕГЭ

1. Механика

563. 24 с. 564. 0,2 м/с². 565. 2 с. 566. 14,52 с. 567. 150 м.
568. 400 м. 569. 125 м. 570. 2 с. 571. 480 м. 572. 2880 м.
573. 314 м². 574. 5595,3 кг/м³. 575. 1250,6 кг/м³. 576. Увели-
чится в 2 раза. 577. 0,38. 578. 3,4 км/с. 579. 36 240 км.
580. 0,43. 581. $1,12 \cdot 10^8$ м. 582. 1. 583. 200 кг. 584. 9 м/с.
585. 11 м/с². 586. 60 355 Н. 587. 10,2 м/с. 588. $T = Mg$.
589. 0,625 м/с². 590. 20 рад/с. 591. 0,15 м. 592. 200 Н.

593. 32 кН. 594. 160 Н. 595. 800 кг/м³. 596. 3000 кг.
597. 12 м/с. 598. 65 м. 599. 2. 600. 10 м/с². 601. 1 Н.

2. Молекулярная физика. Газовые законы

602. 225 кг. 603. 100 кг. 604. 200 кг. 605. 400 кг.
606. 41,55 см. 607. 1 см. 608. 10⁵ Па. 609. 15 кг. 610. 51 кПа.
611. 18,75 см.

3. Термодинамика

612. 41,11 кг. 613. 25 кг. 614. 98,39 °С. 615. 0 °С.
616. 0,05 кг. 617. 0,66 кг. 618. $\frac{U_2}{U_1} = 2$. 619. $\frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{6}$.
620. 54 846 Дж. 621. 15,38%. 622. 3,25%.

4. Электричество и магнетизм

623. 45 см. 624. 1 мг. 625. 0,13 Дж. 626. 20 см. 627. 10 В/м.
628. $E_1 = 7,2$ кВ/м; $E_2 = 1,8$ кВ/м. 629. 100 В. 630. 6,67 В.
631. 7,5 см. 632. На 10 К. 633. 57,5 с. 634. 9 Вт. 635. 6 Ом.
636. 4 кВ/м. 637. 0,02 Кл. 638. 2,7 мкКл. 639. $5 \cdot 10^{-10}$ Кл.

5. Колебания и волны

640. 1,74 м/с². 641. 15,1 м/с. 642. 5,7 мкКл. 643. 1,6 В.
644. 0,5 мкДж. 645. $T = \frac{2\pi q_m}{I_m}$. 646. 1,5 см. 647. 637 кГц.

6. Оптика

648. 2. 649. 0,25. 650. 30°. 651. 12 см. 652. 1,1 м.
653. 180 см. 654. 162 см.

7. Специальная теория относительности

655. 0,5 м². 656. 5,2 м. 657. $\sqrt{3}m_0c$. 658. В 1,5 раза.
659. $\frac{\sqrt{3}}{2}c$. 660. $1,76 \cdot 10^8$ м/с. 661. $0,42m_0c^2$.

8. Квантовая физика

662. 140 с. 663. 0,66 К/с. 664. 31 мг. 665. 130 Дж/(кг · К).
666. 5 МэВ. 667. 22,8 дня. 668. Через 3200 лет. 669. 5 г.
670. 3/4. 671. 25%.

Справочное издание

**Кабардин Олег Федорович
Кабардина Светлана Ильинична
Орлов Владимир Алексеевич
Громцева Ольга Ильинична
Бобошина Светлана Борисовна**

**ЕГЭ
ФИЗИКА
ПОДГОТОВКА К ЕГЭ
ЭКСПЕРТ В ЕГЭ**

Издательство **«ЭКЗАМЕН»**

Гигиенический сертификат
№ РОСС RU. АЕ51. Н 16678 от 20.05.2015 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*
Редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*
Корректоры *И. В. Русанова, И. Д. Баринская*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*
Компьютерная верстка *А. С. Федотова, О. Н. Савина*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.

www.examen.biz

E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;

по вопросам реализации: sale@examen.biz

тел./факс 8(495)641-00-30 (многоканальный)

Общероссийский классификатор продукции
ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в полном соответствии с предоставленными материалами
в типографии ООО «Чеховский печатник».

142300, Московская область, г. Чехов, ул. Полиграфистов, д. 1.

Тел.: +7 915 222 15 42, +7 926 063 81 80.

По вопросам реализации обращаться по тел.: 8(495)641-00-30 (многоканаль-