

**К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ  
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ ВЕРСИИ ЕГЭ**

**О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина, В. А. Орлов**

**ФИЗИКА**

**ЕГЭ**

**2019**

**ТИПОВЫЕ  
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

- 14 ВАРИАНТОВ ЗАДАНИЙ
- ИНСТРУКЦИЯ
- РАЗБОР РЕШЕНИЙ
- ОТВЕТЫ

**СОЗДАНО РАЗРАБОТЧИКАМИ ЕГЭ**



**ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН**

---

---

**О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина, В. А. Орлов**

# **ФИЗИКА**

***ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ***

***14 вариантов заданий***

***Инструкция***

***Разбор решений***

***Ответы***

***Издательство  
«ЭКЗАМЕН»***

**МОСКВА  
2019**

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22  
К12

**Кабардин О. Ф.**

К12 ЕГЭ 2019. Физика. 14 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ЕГЭ / О. Ф. Кабардин, С. И. Кабардина, В. А. Орлов. — М. : Издательство «Экзамен», 2019. — 320 с. (Серия «ЕГЭ. ТРК. Тесты от разработчиков»)

ISBN 978-5-377-13547-0

В состав авторского коллектива входят специалисты, имеющие большой опыт работы в школе и вузе и принимающие участие в разработке тестовых заданий для ЕГЭ.

Типовые тестовые задания по физике содержат 14 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2019 г. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2019 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, а также приводятся решения всех заданий одного из вариантов.

Пособие предназначено учителям для подготовки учащихся к экзамену по физике, а учащимся-старшеклассникам — для самоподготовки и самоконтроля.

Приказом № 699 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

УДК 372.8:53  
ББК 74.262.22

*Справочное издание*

**Кабардин Олег Федорович, Кабардина Светлана Ильинична,  
Орлов Владимир Алексеевич**

**ЕГЭ**

**ФИЗИКА**

**ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

Издательство «**ЭКЗАМЕН**»

Гигиенический сертификат № РОСС RU.АД44.Н02841 от 30.06.2017 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*. Редактор *Г. А. Лонцова*

Технический редактор *Л. В. Павлова*. Корректоры *Л. В. Краденых, О. Ю. Казанцева*

Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*. Компьютерная верстка *А. С. Федотова*

Россия, 107045, Москва, Луков пер., д. 8. [www.examen.biz](http://www.examen.biz)

E-mail: по общим вопросам: [info@examen.biz](mailto:info@examen.biz);

по вопросам реализации: [sale@examen.biz](mailto:sale@examen.biz)

тел./факс 8 (495) 641-00-30 (многоканальный)

Формат 84×108/32. Гарнитура «Школьная». Бумага газетная.

Уч.-изд. л. 7,94. Усл. печ. л. 16,8. Тираж 10 000 экз. Заказ № 5477/18.

Общероссийский классификатор продукции

ОК 005-93, том 2; 953005 — книги, брошюры, литература учебная

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами

в ООО «ИПК Парето-Принт», Россия, г. Тверь, [www.pareto-print.ru](http://www.pareto-print.ru)

ISBN 978-5-377-13547-0

© Кабардин О. Ф., Кабардина С. И., Орлов В. А., 2019

© Издательство «**ЭКЗАМЕН**», 2019

# СОДЕРЖАНИЕ

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН ПО ФИЗИКЕ.....	5
Инструкция по выполнению работы.....	5
Вариант 1.....	9
Часть 1 .....	9
Часть 2 .....	22
Вариант 2.....	26
Часть 1 .....	26
Часть 2 .....	36
Вариант 3.....	40
Часть 1 .....	40
Часть 2 .....	50
Вариант 4.....	54
Часть 1 .....	54
Часть 2 .....	65
Вариант 5.....	68
Часть 1 .....	68
Часть 2 .....	79
Вариант 6.....	83
Часть 1 .....	83
Часть 2 .....	94
Вариант 7.....	99
Часть 1 .....	99
Часть 2 .....	110
Вариант 8.....	113
Часть 1 .....	113
Часть 2 .....	124
Вариант 9.....	128
Часть 1 .....	128
Часть 2 .....	139
Вариант 10.....	142
Часть 1 .....	142
Часть 2 .....	152
Вариант 11.....	156
Часть 1 .....	156
Часть 2 .....	168
Вариант 12.....	172
Часть 1 .....	172
Часть 2 .....	181

Вариант 13.....	185
Часть 1 .....	185
Часть 2 .....	195
Вариант 14.....	199
Часть 1 .....	199
Часть 2 .....	208
Разбор варианта 1.....	213
Часть 1 .....	213
Часть 2 .....	236
Ответы.....	244
Вариант 2.....	244
Вариант 3.....	250
Вариант 4.....	256
Вариант 5.....	262
Вариант 6.....	268
Вариант 7.....	274
Вариант 8.....	279
Вариант 9.....	285
Вариант 10.....	291
Вариант 11.....	297
Вариант 12.....	303
Вариант 13.....	309
Вариант 14.....	315



Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведенному ниже образцу, не разделяя числа пробелом, в бланк ответов № 1.

Ответ:  $(41,2 \pm 0,2)$  с.

В бланке: 

2	2	4	1	,	2	0	,	2								
---	---	---	---	---	---	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ к заданиям 28–32 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими черными чернилами. Допускается использование гелевой, капиллярной или перьевой ручек.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике, а также в тексте контрольных измерительных материалов не учитываются при оценивании работы.

Баллы, полученные вами за выполненные задания, суммируются. Постарайтесь выполнить как можно больше заданий и набрать наибольшее количество баллов.

**Желаем успеха!**

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

*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 $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная универсальная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
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	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{C}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 астрономическая единица	$1 \text{ а.е.} \approx 150 \text{ 000 000 км}$
1 световой год	$1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$
1 парсек	$1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$

### **Масса частиц**

электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$1,6730 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,00728 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,00866 \text{ а.е.м.}$



**Астрономические величины**

средний радиус Земли	$R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$
радиус Солнца	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$
температура поверхности Солнца	$T = 6000 \text{ К}$

<b>Плотность</b>	подсолнечного	900 кг/м <sup>3</sup>
	масла	
воды	1000 кг/м <sup>3</sup> алюминия	2700 кг/м <sup>3</sup>
древесины (сосна)	400 кг/м <sup>3</sup> железа	7800 кг/м <sup>3</sup>
керосина	800 кг/м <sup>3</sup> ртути	13 600 кг/м <sup>3</sup>

**Удельная теплоемкость**

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$
железа	460 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	$2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$

**Нормальные условия** давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ **Молярная масса**

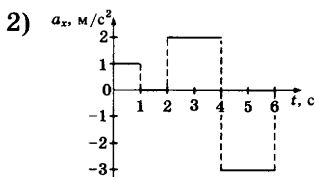
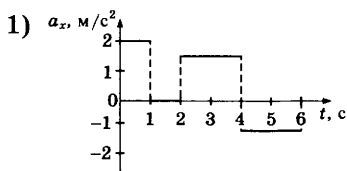
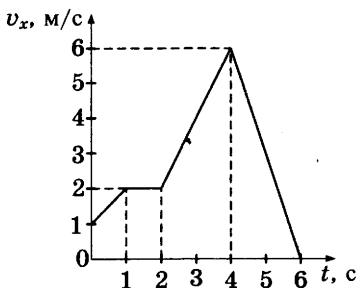
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воздуха	$29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
воды	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
лития	$6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$

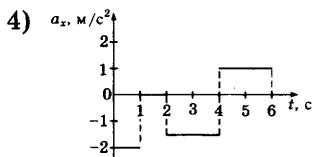
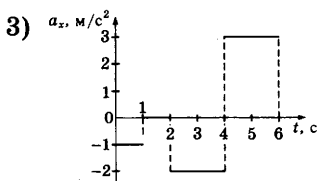
# ВАРИАНТ 1

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

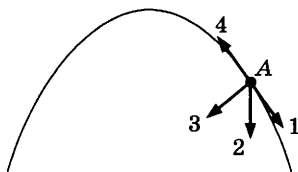
1. На рисунке представлен график зависимости проекции  $v_x$  скорости автомобиля от времени  $t$ . На каком графике проекция ускорения автомобиля в интервале времени (4–6) с представлена верно? В ответе укажите номер этого графика.





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 отсчета Земля? В ответе укажите номер соответствующей стрелки.



Ответ:

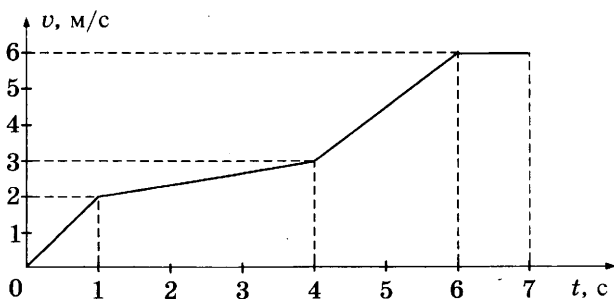
3. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно лодки. С какой скоростью движется лодка относительно земли после прыжка человека, если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

4. Чему равен вес человека в воде с учетом действия силы Архимеда? Объем человека  $V = 50 \text{ дм}^3$ , плотность тела человека  $1036 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

5. В эксперименте получен график зависимости модуля скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Анализируя график, выберите из приведенных ниже утверждений три правильных и укажите их номера.



- 1) Скорость тела за 6 секунд изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Тело двигалось равноускоренно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 секунд.
- 3) Тело двигалось равнозамедленно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 секунд.
- 4) В интервале времени 4–6 секунд скорость увеличивалась, тело двигалось с постоянным ускорением.
- 5) Ускорение тела на пятой секунде движения равно  $1,5 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:

6. Гиря массой 2 кг подвешена на тонком шнуре длиной 5 м. Если ее отклонить от положения равновесия, а затем отпустить, она совершает свободные колебания, как математический маятник. Что произойдет с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой ее 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 номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	Частота	Максимальная потенциальная энергия гири

7. Материальная точка движется со скоростью  $\bar{v}$  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**

- А) координата точки  
 Б) модуль пути, пройденного за время  $t$  со скоростью  $\bar{v}$

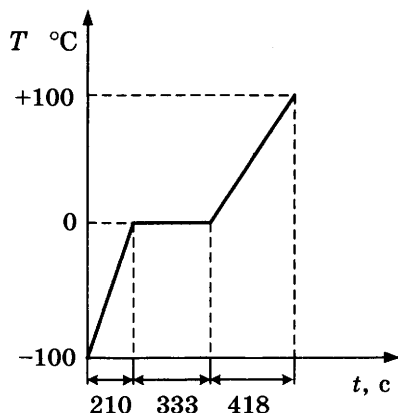
**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $s = vt$   
 2)  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$   
 3)  $x = x_0 - vt$   
 4)  $x = x_0 + vt$

Ответ:

А	Б

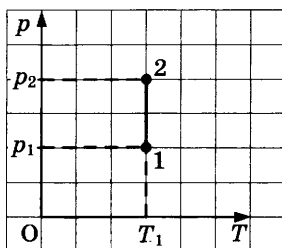
8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре  $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, в течение какого времени внутренняя энергия воды повышалась.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

9. Идеальный газ в некотором процессе, показанном на графике, совершил работу 300 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

10. В закрытом помещении при температуре воздуха  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  конденсация паров воды на стенке стакана с водой начинается при охлаждении воды в стакане до  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Чему будет равна точка росы в этом помещении, если весь воздух помещения охладить до  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^{\circ}\text{C}$

11. Разноименные 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 приведенных выше утверждений верно?

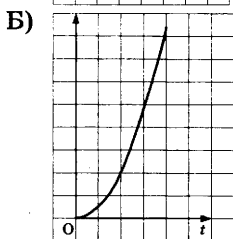
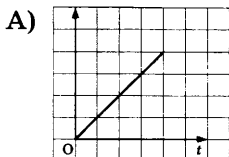
Ответ:

12. В физическом эксперименте в течение нескольких секунд было зафиксировано движение тела на горизонтальном и прямолинейном участке пути 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) скорость тела
- 2) ускорение тела
- 3) путь, пройденный телом
- 4) потенциальная энергия тела

Ответ:

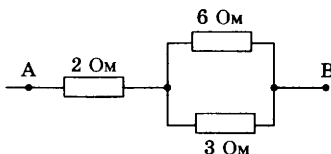
А	Б

13. Положительно заряженная частица А движется перпендикулярно плоскости рисунка в направлении к наблюдателю. Точка Б находится в плоскости рисунка. Как направлен в точке Б (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля, создаваемого движущейся частицей А? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_

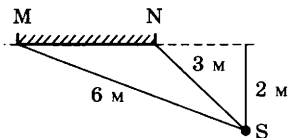
14. Чему равно напряжение на участке цепи АВ (см. рисунок), если сила тока через резистор сопротивлением 2 Ом равна 2 А?



Ответ: \_\_\_\_\_ В

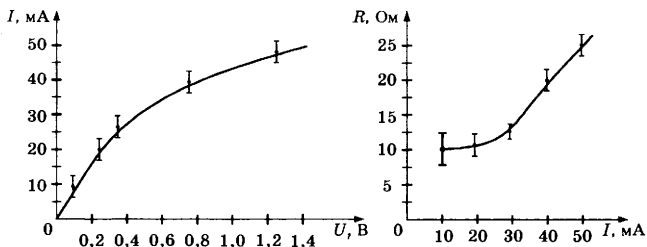


15. Расположение плоского зеркала MN и источника света S представлено на рисунке. Каково расстояние от источника S до его изображения в зеркале MN?



Ответ: \_\_\_\_\_ м

16. На графиках представлены результаты экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на концах нити электрической лампы и сопротивления нити лампы от силы тока.



Анализируя данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите из приведенных ниже два утверждения, соответствующих результатам экспериментального исследования.

- 1) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к уменьшению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления  $R$  нити лампы — график  $R(I)$ .
- 2) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления  $R$  нити лампы — график  $R(I)$ .

- 3) Нелинейность зависимостей  $I(U)$  и  $R(I)$  объясняется слишком большой погрешностью измерений.
- 4) Полученные результаты противоречат закону Ома для участка цепи.
- 5) С возрастанием сопротивления нити лампы уменьшался ток через нить лампы — зависимость  $I(U)$ .

Ответ:

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдет 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:

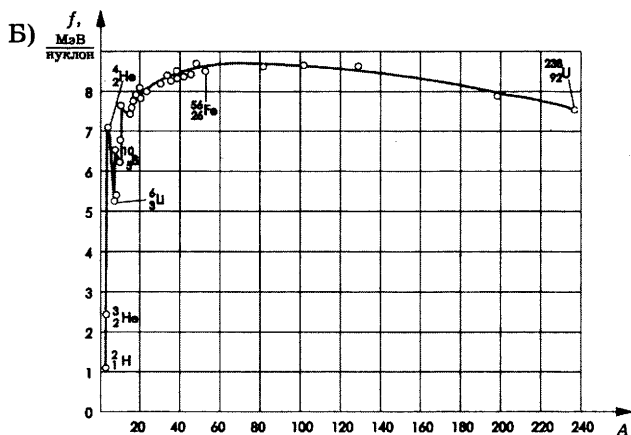
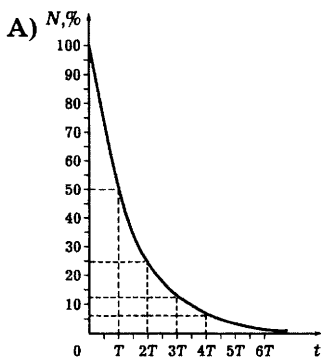
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. 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

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе водорода тритии?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой  $\nu$  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  $2\nu$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ

21. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объем воздуха уменьшился. Как изменяются при этом давление, температура и внутренняя энергия воздуха?

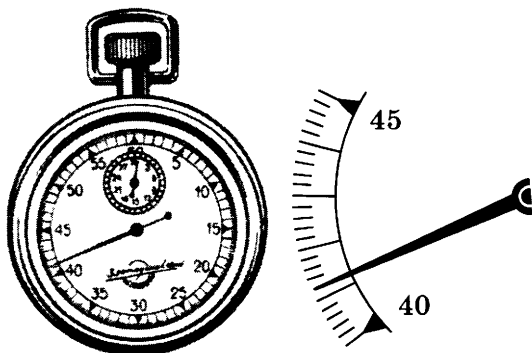
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Температура	Внутренняя энергия

22. На рисунке представлен секундомер, справа от него дано увеличенное изображение части шкалы и стрелки. Стрелка секундомера делает полный оборот за 1 минуту.



Запишите показания секундомера, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления секундомера.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) с

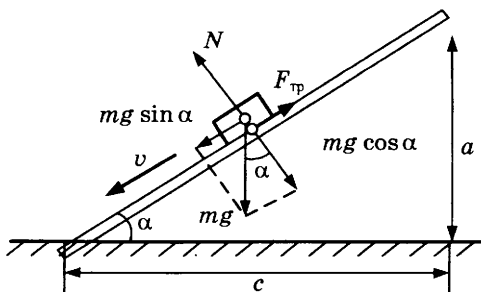
*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. В эксперименте была поставлена задача определить ускорение бруска при скольжении вниз по наклонной плоскости длиной  $l$  (1).

Сначала была получена формула для расчета ускорения:

$$a = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Затем был исполнен подробный рисунок с размерами наклонной плоскости  $a$  (2),  $c$  (3) и положением векторов сил и их проекций.

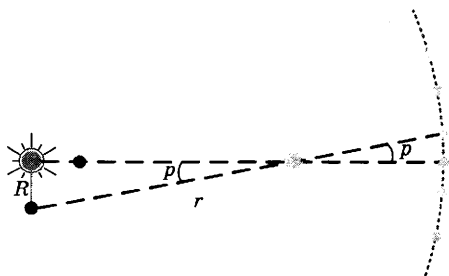


Значение коэффициента трения  $\mu$  (4) дерева по дереву экспериментатор взял из справочных данных. Сила трения  $F_{\text{тр}}$  (5) и сила тяжести  $mg$  (6) были измерены динамометром.

Какими из помеченных цифрами величин достаточно воспользоваться, чтобы определить ускорение бруска?

Ответ: \_\_\_\_\_

24. Годичным параллаксом называется угол  $p$  максимального кажущегося смещения звезды на небе в результате годичного движения Земли. Угол  $p$  — это угол, под которым виден средний радиус земной орбиты со звезды (см. рисунок). Вычислите расстояние до звезды  $\alpha$ -Центавра, годичный параллакс которой равен  $p = 0,762''$ . Радиус земной орбиты  $R = 1,5 \cdot 10^{11}$  м. Полученный результат выразите в парсеках, 1 парсек (пк) =  $3,086 \cdot 10^{16}$  м. Результат вычислений запишите в стандартном виде с двумя значащими цифрами.



Ответ: \_\_\_\_\_ пак

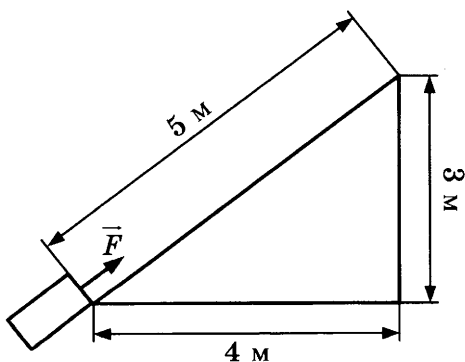
## Часть 2

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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. 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

26. 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  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .



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 четко 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**

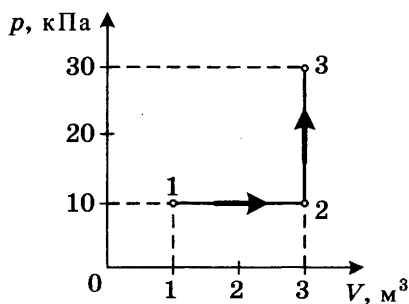
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6



$t, ^\circ\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую 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  $10 \text{ м/с}^2$ .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объема 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 еще виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух-вода равен 1,33.

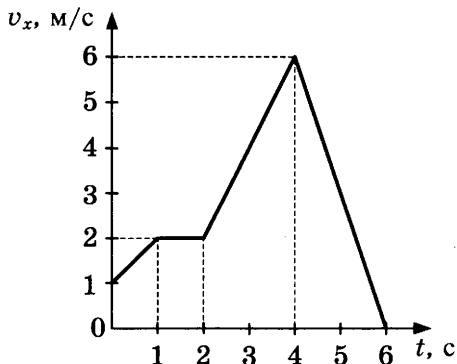
## ВАРИАНТ 2

### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции  $v_x$  скорости автомобиля от времени  $t$ .

Чему равна проекция ускорения  $a_x$  автомобиля в интервале времени 2–4 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

2. Чему равна потенциальная энергия упругой деформации пружины жесткостью 50 Н/м при сжатии пружины на 20 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

3. Два автомобиля движутся прямолинейно. Масса первого автомобиля 1 т, скорость 160 км/ч, масса второго автомобиля 2 т, скорость 80 км/ч. Во сколько раз кинетическая энергия первого автомобиля больше кинетической энергии второго автомобиля?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а)

4. На какой глубине моря давление воды равно 103 000 Па? Плотность морской воды равна 1030 кг/м<sup>3</sup>. Ускорение свободного падения примите равным 10 м/с<sup>2</sup>.

Ответ: \_\_\_\_\_ м

5. Проведен эксперимент. В ходе эксперимента в пределах каждого интервала времени 0–1, 1–2, 2–4, 4–6 с тело или не двигалось, или двигалось с постоянной скоростью, или двигалось с постоянным ускорением. По результатам эксперимента составлена таблица зависимости модуля  $v$  скорости движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{с}$	0	1	2	4	6
$v, \text{м/с}$	1	2	2	6	0

Из приведенных ниже утверждений три соответствуют результатам эксперимента.

Укажите их номера.

- 1) Скорость тела за 6 с изменилась от 1 до 0 м/с.
- 2) Тело не двигалось в интервале 1–2 с и двигалось равноускоренно в интервалах времени 0–1, 2–4, 4–6 с.
- 3) Тело не двигалось в интервале 1–2 с и двигалось равнозамедленно в интервалах времени 0–1, 2–4, 4–6 с.
- 4) В интервале времени 2–4 с скорость увеличивалась, тело двигалось с постоянным ускорением.
- 5) Ускорение тела на третьей секунде движения равно 2 м/с<sup>2</sup>.

Ответ:

6. К пружине, расположенной в вертикальной плоскости, подвесили груз. В каком направлении действуют сила веса, сила тяжести и сила упругости в системе пружина–груз в тот момент, когда груз в процессе колебаний опустился вниз и остановился в максимальном удалении от положения равновесия? К чему приложены силы? Подвесом назовем точку прикрепления пружины к грузу.

- 1) Сила веса груза приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 2) Сила веса груза приложена к центру масс груза и направлена вниз
- 3) Сила веса груза приложена к подвесу и направлена вверх
- 4) Сила веса груза приложена к подвесу и направлена вниз
- 5) Сила тяжести груза приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 6) Сила тяжести груза приложена к центру масс груза и направлена вниз
- 7) Сила тяжести груза приложена к подвесу и направлена вверх
- 8) Сила тяжести груза приложена к подвесу и направлена вниз
- 9) Сила упругости приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 10) Сила упругости приложена к центру масс груза и направлена вниз
- 11) Сила упругости приложена к подвесу и направлена вверх
- 12) Сила упругости приложена к подвесу и направлена вниз

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила веса	
Сила тяжести	
Сила упругости	

7. В левом столбце написаны правые части формул, которые применяются для нахождения значений физических величин.

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.

**ФОРМУЛЫ**

А)  $mv$

Б)  $\rho Vg$

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

1) давление

2) плотность

3) сила тяжести

4) сила Архимеда

5) импульс тела

Ответ:

А	Б

8. Концентрация идеального газа уменьшилась со 100 млрд молекул в кубическом миллиметре до 1 млрд молекул в кубическом миллиметре. Средняя квадратичная скорость движения молекул газа и его объем остались неизменны. Во сколько раз уменьшилось давление идеального газа на стенки сосуда?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз

9. Идеальная тепловая машина за цикл получает от нагревателя 10 Дж, а отдает холодильнику 7 Дж. Чему равен КПД тепловой машины, выраженный в процентах?

Ответ: \_\_\_\_\_ %

10. Какой объем занимает 2 моль идеального газа при температуре и давлении фотосферы Солнца (6000 К,  $1,25 \cdot 10^2$  Па)? Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>

11. В первый из двух одинаковых термосов налит 1 л воды при температуре  $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ , во второй термос налит 1 л воды при температуре  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Термосы закрыты и поставлены в комнате с температурой воздуха  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Через 5 часов температура воды

- 1) в обоих термосах совершенно не изменится
- 2) в первом понизится, во втором повысится, изменение температуры в первом будет меньше, чем во втором
- 3) в первом понизится, во втором повысится, изменение температуры в первом будет больше, чем во втором

Какое из приведенных выше утверждений верно?

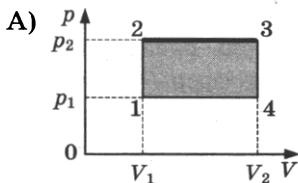
Ответ:

12. На диаграммах в координатных осях  $p$ - $V$  представлен рабочий цикл тепловой машины. На диаграмме, обозначенной буквой А, выделяем для рассмотрения процесс 2-3. На диаграмме, обозначенной буквой Б, выделяем для рассмотрения процесс 3-4.

Установите соответствие между процессами 2-3 и 3-4 и утверждениями, характеризующими рабочий цикл машины.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правой и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

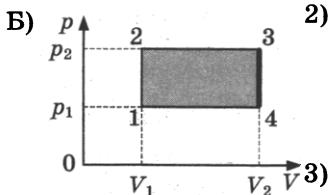
### ГРАФИКИ



### УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) газ нагревается до температуры  $T_3$  при постоянном давлении, его объем увеличивается, газ совершил работу

## ГРАФИКИ



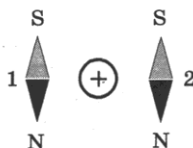
## УТВЕРЖДЕНИЯ

- 2) газ нагревается до температуры  $T_3$  при постоянном давлении, его объем увеличивается, работа газа равна нулю
- 3) газ охлаждается до температуры  $T_4$  при постоянном объеме, его давление уменьшается, газ совершил работу
- 4) газ охлаждается до температуры  $T_4$  при постоянном объеме, его давление уменьшается, работа газа равна нулю

Ответ:

А	Б

13. 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?



Ответ: \_\_\_\_\_

14. Сколько времени потребуется для нагревания воды массой 1 кг от начальной температуры  $10^\circ\text{C}$  до кипения в электрическом чайнике с электрическим нагревателем мощностью 1 кВт, если его КПД равен 90 %?

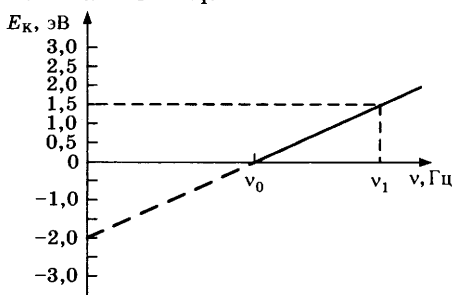
Ответ: \_\_\_\_\_ мин



15. На какую волну настроен радиоприемник, колебательный контур которого состоит из конденсатора емкостью  $3 \cdot 10^{-10}$  Ф и катушки индуктивности 1 мГн? Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до целых.

Ответ: \_\_\_\_\_ м

16. График на рисунке представляет зависимость максимальной энергии фотоэлектронов от частоты падающих на катод фотонов. Определите по графику работу выхода электрона с поверхности тела и энергию фотона с частотой  $\nu_1$ .

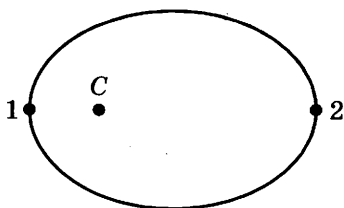


- 1) Работа выхода электрона равна 1,5 эВ, энергия фотона равна 2 эВ.
- 2) Работа выхода электрона равна 2 эВ, энергия фотона равна 1,5 эВ.
- 3) Работа выхода электрона равна 2 эВ, энергия фотона равна 3,5 эВ.
- 4) Работа выхода электрона равна 1,5 эВ, энергия фотона равна 3,5 эВ.

Из приведенных выше утверждений выберите верное.

Ответ:

17. Марс движется вокруг Солнца по эллиптической орбите, в одном из фокусов которого находится Солнце (см. рисунок). Выберите верное утверждение об изменении полной механической энергии Марса и его кинетической энергии при движении от перигея (точка 1) к апогею (точка 2).



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

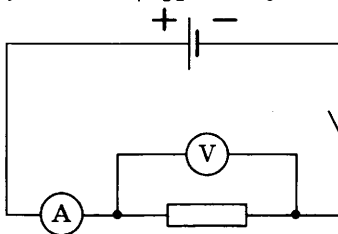
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Полная механическая энергия	Кинетическая энергия

18. В лабораторном эксперименте была поставлена цель: определить внутреннее сопротивление источника постоянного тока с известной ЭДС. Была собрана электрическая схема (см. рисунок) и сделаны измерения силы тока и напряжения на резисторе. Установите соответствие между физическими величинами А и Б и формулами, по которым можно их рассчитать.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Сопротивление резистора

Б) Внутреннее сопротивление источника постоянного тока

## ФОРМУЛЫ

$$1) R = \frac{U}{I}$$

$$3) r = \frac{U}{I}$$

$$2) r = \frac{\mathcal{E} - U}{I}$$

$$4) I = \frac{U}{R}$$

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число нейтронов и нуклонов в изотопе урана  ${}_{92}^{238}\text{U}$  ?

Число нейтронов	Число нуклонов

Ответ:

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Для определения ускорения движения тела под действием силы тяжести Ньютон предположил, что сила притяжения, действующая со стороны Земли на Луну, есть та же самая сила тяжести, которая действует на все тела у поверхности Земли. Расстояние от центра Земли до центра Луны примерно в 60 раз больше расстояния от центра Земли до ее поверхности. Во сколько раз ускорение свободного падения на орбите Луны меньше ускорения свободного падения у поверхности Земли?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз

21. После удара о поверхность Земли мяч движется вертикально вверх со скоростью 15 м/с. Для решения задачи начало координат поместите на поверхности Земли, ось координат направьте вертикально вверх. Ускорение свободного падения примите равным

10 м/с<sup>2</sup>. Сравните координаты мяча над поверхностью Земли через 1 с и через 2 с после начала движения от поверхности Земли. Сравните направления векторов ускорения мяча через 1 с и через 2 с после начала движения от поверхности Земли.

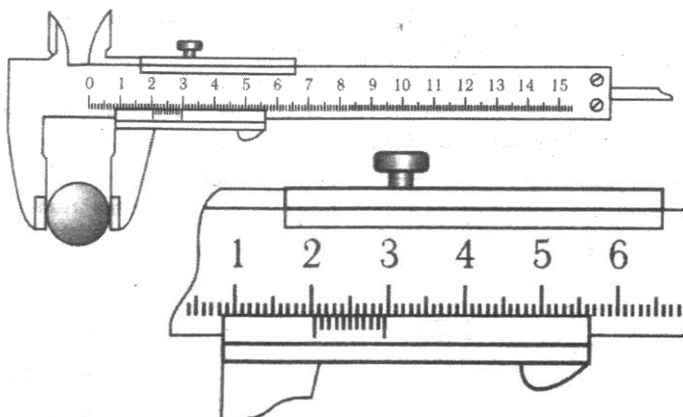
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1) увеличивается | 3) не изменяется |
| 2) уменьшается   | 4) изменяется    |

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Координата	Направление вектора ускорения

22. На рисунке показан штангенциркуль. Определите диаметр шайбы, если за погрешность измерения принята цена деления нониуса. Для снятия показаний используйте основную шкалу, нанесенную на штанге, и нониус — вспомогательную шкалу, подвижную относительно основной.



Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) мм

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. Пучок света падает на границу раздела вода–воздух. Угол падения света в воде  $\alpha$ , угол отражения  $\beta$ , угол преломления  $\gamma$ . Какие соотношения выполняются для этих углов?

- 1)  $\alpha = \beta = \gamma$ .
- 2)  $\alpha = \beta > \gamma$ .
- 3)  $\alpha = \beta < \gamma$ .
- 4)  $\alpha > \beta > \gamma$ .
- 5)  $\alpha < \beta < \gamma$ .

Из приведенных выше утверждений выберите верное.

Ответ:

24. Выразите возраст Земли, равный 4,6 млрд лет, в галактических годах. Расстояние от Солнца до центра Галактики  $r = 2,8 \cdot 10^{20}$  м, скорость движения Солнца вокруг центра Галактики  $v = 220$  км/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ галактических лет

## 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Приняв, что Луна обращается вокруг Земли по круговой орбите, определите центростремительное ускорение Луны. Расстояние между центрами Луны и Земли равно  $R \approx 384\,000$  км, период обращения Луны вокруг Земли  $T \approx 27,3$  суток. Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до сотых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

26. При какой температуре средняя кинетическая энергия теплового движения молекулы идеального газа будет равна кинетической энергии, которую приобретает тело массой 1 г, падающее с высоты 1 м? Ускорение свободного падения примите равным  $9,81 \text{ м/с}^2$ . Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до сотых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ К

27. Магнитный поток через контур из проводника с электрическим сопротивлением 2 Ом равномерно увеличился от 0 до  $3 \cdot 10^{-4}$  Вб. Какой заряд при этом прошел через поперечное сечение проводника?

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл

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 четко и разборчиво.

28. В закрытом помещении при температуре  $60^\circ\text{C}$  относительная влажность воздуха равна 100 %. Чему равна точка росы?

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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

- 29.** Каким должен быть радиус круговой орбиты искусственного спутника Земли для того, чтобы он все время находился над одной и той же точкой земной поверхности на экваторе? Выразите радиус спутника в радиусах Земли. Радиус Земли равен 6371 км. Масса Земли равна  $6 \cdot 10^{24}$  кг.
- 30.** Масляная пленка на воде при наблюдении вертикально к поверхности кажется оранжевой. Каково минимальное возможное значение толщины пленки? Показатель преломления воды 1,33, масла — 1,47. Длина световой волны  $588 \cdot 10^{-9}$  м. Учтите, что отражение света от оптически более плотной среды происходит с потерей полуволны, а от оптически менее плотной среды — без потери полуволны.

31. Фотоэффект с поверхности данного металла наблюдается при частоте излучения не менее  $6 \cdot 10^{14}$  Гц. Найдите частоту падающего света, если вылетающие с поверхности металла фотоэлектроны полностью задерживаются сеткой, потенциал которой относительно металла составляет 3 В.

32. Используя таблицы в начале этой книги и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при синтезе 1 кг гелия из изотопов водорода — дейтерия и трития:  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ .

### Массы атомных ядер

Атомный 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	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

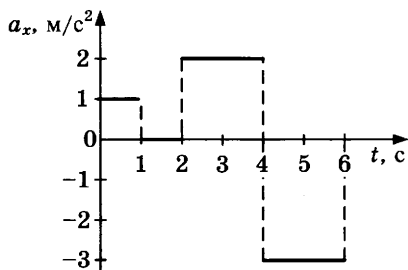


# ВАРИАНТ 3

## Часть 1

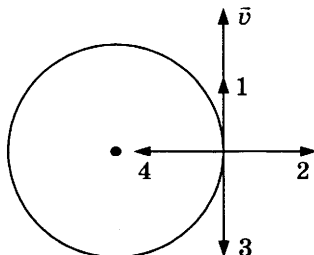
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции  $a_x$  ускорения автомобиля от времени  $t$ . Чему равно изменение скорости  $v_x$  автомобиля за интервал времени от 1 с до 2 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

2. Тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью  $v$ . Какая стрелка на рисунке указывает направление вектора ускорения тела?



Ответ: \_\_\_\_\_

3. Два автомобиля движутся прямолинейно. Масса первого автомобиля 1 т, скорость 120 км/ч, масса второго автомобиля 2 т, скорость 90 км/ч. Во сколько раз модуль импульса первого автомобиля меньше модуля импульса второго автомобиля?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а)

4. Астроном зафиксировал новый протуберанец на Солнце. Сколько примерно времени прошло с момента его фактического возникновения на поверхности Солнца? Расстояние от Солнца до Земли равно  $1,5 \cdot 10^6$  км. Скорость распространения света равна примерно 300 000 км/с.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

5. Проведен эксперимент. В ходе эксперимента в пределах каждого интервала времени 0–1, 1–2, 2–3, 3–6 с ускорение тела было нулевым. По результатам эксперимента составлена таблица зависимости пройденного телом пути от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	6
$s, \text{ м}$	0	0	10	10	30

Из приведенных ниже утверждений три соответствуют результатам эксперимента.

Укажите их номера.

- 1) В интервале времени 0–1 с тело двигалось равномерно.
- 2) В интервале времени 2–3 с тело двигалось равномерно.
- 3) В интервале времени 3–6 с тело двигалось равномерно.
- 4) В интервале времени 0–1 с пройденный телом путь равен 0 м.
- 5) В интервале времени 2–3 с скорость движения равна 0 м/с.

Ответ:

6. К пружине, расположенной в вертикальной плоскости, подвесили груз. В каком направлении действуют сила упругости, сила тяжести и сила веса в системе пружина–груз в тот момент, когда груз в процессе колебаний поднялся вверх и остановился в максимальном удалении от положения равновесия? К чему приложены силы? Подвесом назовем точку прикрепления пружины к грузу.

- 1) Сила упругости приложена к подвесу и направлена вверх
- 2) Сила упругости приложена к подвесу и направлена вниз
- 3) Сила упругости приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 4) Сила упругости приложена к центру масс груза и направлена вниз
- 5) Сила тяжести груза приложена к подвесу и направлена вверх
- 6) Сила тяжести груза приложена к подвесу и направлена вниз
- 7) Сила тяжести груза приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 8) Сила тяжести груза приложена к центру масс груза и направлена вниз
- 9) Сила веса груза приложена к подвесу и направлена вверх
- 10) Сила веса груза приложена к подвесу и направлена вниз
- 11) Сила веса груза приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 12) Сила веса груза приложена к центру масс груза и направлена вниз

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила упругости	
Сила тяжести	
Сила веса	

7. В левом столбце написаны правые части формул, которые применяются для нахождения значений физических величин.

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.

**ФОРМУЛЫ**

А)  $\frac{kx^2}{2}$

Б)  $\frac{mv^2}{2}$

**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) кинетическая энергия тела
- 2) потенциальная энергия упруго деформированного тела
- 3) центростремительное ускорение
- 4) закон всемирного тяготения

Ответ:

А	Б

8. Давление идеального газа на стенки сосуда увеличилось в 10 000 раз. Концентрация газа и его объем остались неизменны. Во сколько раз увеличилась средняя квадратичная скорость движения молекул идеального газа в сосуде?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз (а)

9. Идеальная тепловая машина с КПД 5 % совершает за цикл полезную работу 2 Дж. Какое количество теплоты машина получает от нагревателя за цикл?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

10. Считая воздух идеальным газом, оцените скорость теплового движения молекул газа при нормальных условиях. Давление воздуха при нормальных условиях равно примерно  $10^5$  Па, плотность воздуха равна  $1,3 \text{ кг/м}^3$ . Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до целых единиц.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

11. В сосуде А находится воздух, в сосуде Б находится воздух и немного воды. Сосуды закрыты и имеют одинаковый объем. При одинаковой мощности теплопередачи сосуды нагреваются. Через одинаковый интервал времени давление

- 1) в сосуде А будет больше, чем в сосуде Б
- 2) в сосуде Б будет больше, чем в сосуде А
- 3) изменится одинаково в обоих сосудах

Какое из приведенных выше утверждений верно?

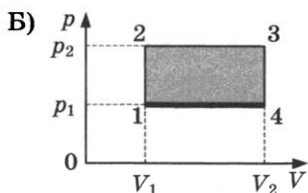
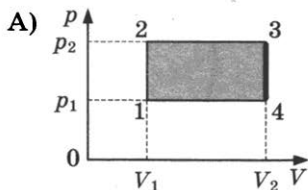
Ответ:

12. На диаграммах в координатных осях  $p$ - $V$  представлен рабочий цикл тепловой машины. На диаграмме, обозначенной буквой А, выделяем для рассмотрения процесс 3-4. На диаграмме, обозначенной буквой Б, выделяем для рассмотрения процесс 4-1.

Установите соответствие между процессами 3-4 и 4-1 и утверждениями, характеризующими рабочий цикл машины.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ГРАФИКИ



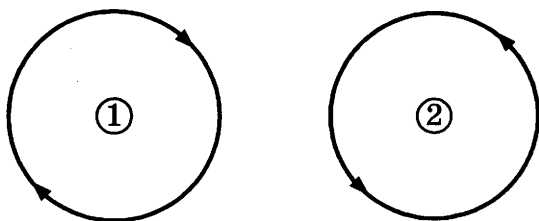
## УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) газ охлаждается до температуры  $T_4$  при постоянном объеме, его давление уменьшается, работа газа равна нулю
- 2) газ охлаждается до температуры  $T_4$  при постоянном объеме, его давление уменьшается, газ совершил работу
- 3) газ охлаждается до температуры  $T_1$  при постоянном давлении, его объем уменьшается, внешними силами совершена работа над газом
- 4) газ охлаждается до температуры  $T_1$  при постоянном давлении, его объем уменьшается, работа газа равна нулю

Ответ:

А	Б

13. На рисунке представлены линии магнитного поля вокруг двух прямых проводников с постоянным током. Проводники расположены перпендикулярно плоскости рисунка, их сечения изображены кружками в центрах окружностей, изображающих линии магнитных полей. В каком из этих проводников ток направлен «к наблюдателю»?



Ответ: \_\_\_\_\_

14. Параллельно амперметру включается шунт — резистор с электрическим сопротивлением в 100 раз меньшим внутреннего сопротивления амперметра. Во сколько раз больший ток может измерить амперметр с подключенным шунтом, чем тот же амперметр без шунта?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а)

15. На каком расстоянии от собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см нужно поставить предмет, чтобы получить действительное изображение с увеличением в 10 раз?

Ответ: \_\_\_\_\_ см

16. В однородное магнитное поле перпендикулярно вектору индукции влетел электрон. По какой траектории он будет двигаться?

- 1) По прямой с неизменной скоростью.
- 2) По прямой с ускорением.
- 3) По окружности.
- 4) По спирали.

Из приведенных выше утверждений выберите верное.

Ответ:

17. Изменяются ли частота и длина волны света при его переходе из вакуума в воду?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

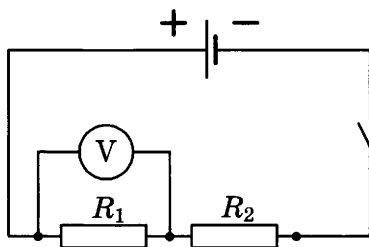
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота	Длина волны

18. На рисунке представлена схема электрической цепи для исследования:

- 1) связи между общим напряжением на последовательно соединенных элементах цепи постоянного тока и напряжениями на каждом элементе;
- 2) связи между общим сопротивлением последовательно соединенных элементов цепи постоянного тока и сопротивлениями каждого элемента цепи.



Установите соответствие между физическими величинами А и Б и формулами, по которым можно их рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго.



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Общее сопротивление последовательно соединенных элементов цепи  
Б) Общее напряжение на последовательно соединенных элементах цепи

### ФОРМУЛЫ

1)  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

2)  $U = IR_1$

3)  $U = U_1 + U_2$

4)  $R = R_1 + R_2$

Ответ:

А	Б

19. Углерод при горении древесины превращается в углекислый газ. Назовите число протонов и нейтронов, на которое изменяется состав ядра углерода в этой реакции.

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Человек массой 60 кг катается на карусели, двигаясь при этом в горизонтальной плоскости по окружности с центростремительным ускорением  $13 \text{ м/с}^2$  под действием силы  $\vec{F}$ . Чему равен модуль силы  $\vec{F}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

- 21.** Как изменяются модуль веса парашютиста и модуль силы тяжести, действующей на парашютиста, в момент, когда он покинул самолет и началось его свободное падение к земле?

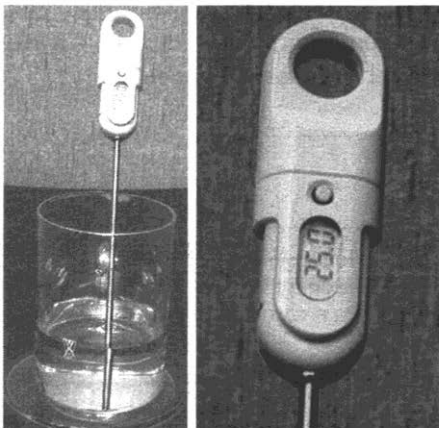
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается  
2) уменьшается  
3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль веса	Модуль силы тяжести

- 22.** На рисунке показан момент измерения термометром-термопарой температуры воды в стакане. Чему равна температура воды в стакане?



Запишите показания термометра, учитывая, что термометр измеряет температуру с точностью  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Ответ:* ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ )  $^{\circ}\text{C}$

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. Электрический ток в различных средах может производить тепловое, химическое, магнитное действие, световое излучение, излучение радиоволн. Какие из этих действий постоянный электрический ток в виде потока равномерно движущихся электронов в вакууме **не производит**?

- 1) Все перечисленные действия.
- 2) Тепловое, химическое, магнитное действие и световое излучение.
- 3) Тепловое, химическое, магнитное действие и излучение радиоволн.
- 4) Тепловое и химическое действие, световое излучение и излучение радиоволн.

Ответ:

24. Источником энергии Солнца являются термоядерные реакции синтеза ядер гелия из ядер водорода. Запишите наиболее вероятную цепочку реакций, осуществляющихся в недрах Солнца, называемую протон-протонным циклом.

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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. При выполнении экспериментального задания «Измерение массы Земли» ученик подвесил гирию массой 400 г на крючок динамометра и измерил силу гравитационного притяжения гири к Земле. Показания динамометра равны 4 Н. Вычислите по

этим данным массу Земли. Средний радиус Земли равен 6371 км. Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до целых единиц.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг

26. Нагреваемый при постоянном давлении идеальный одноатомный газ совершил работу 2000 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

27. Конденсатор электроемкостью 10 мкФ заряжен до напряжения 100 В и разряжается через катушку с очень малым электрическим сопротивлением и индуктивностью  $10^{-3}$  Гн. Чему равно максимальное значение силы тока в катушке?

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 четко и разборчиво.

28. В эксперименте было установлено, что при температуре воздуха 27 °С относительная влажность в закрытом помещении равна 50 %. Определите значение точки росы. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей.

Поясните, как изменится относительная влажность в комнате при понижении температуры воздуха в помещении.

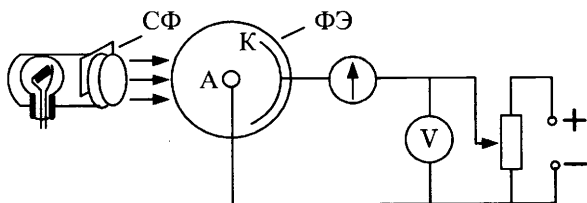
**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Рассчитайте вес человека, полностью погрузившегося в воду, с учетом действия силы Архимеда. Масса человека  $51,8 \text{ кг}$ , его объем  $0,05 \text{ м}^3$ , плотность чистой воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ . Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
30. Человек читает книгу, держа ее на расстоянии  $50 \text{ см}$  от глаз. Если это для него расстояние наилучшего видения, то какой оптической силы очки позволят ему читать книгу на расстоянии  $25 \text{ см}$ ?
31. Для определения работы выхода электрона катод фотоэлемента осветили светом известной длины волны  $\lambda = 420 \text{ нм}$ , между катодом и анодом приложили задерживающее напряжение. Для этого соединили анод с отрицательным полюсом источника напряжения, а катод — с положительным так, как показано на рисунке. При увеличении напряжения до величины  $U_3 = 0,64 \text{ В}$  сила фототока стала равна нулю. Чему равна работа выхода электрона?



32. Используя таблицы в начале этой книги и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, поглощаемую при осуществлении ядерной реакции:
- $${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1n.$$

### 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.

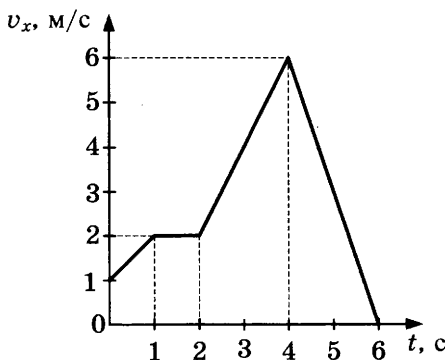
# ВАРИАНТ 4

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции  $v_x$  скорости автомобиля от времени  $t$ .

Чему равен модуль ускорения автомобиля в интервале времени от 1 с до 2 с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

2. Во время запуска спутника вертикально вверх космонавт массой 80 кг испытал состояние перегрузки.

С какой силой на космонавта действовало в этот момент кресло, если сила, с которой космонавт действовал на кресло, была равна 4000 Н?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

3. Два парашютиста находятся в какой-то момент на одной высоте. Они летят к земле в затыжном прыжке, не раскрывая парашюты. Масса первого парашютиста 75 кг, масса второго парашютиста 50 кг. Во сколько раз сила всемирного тяготения, действующая со стороны Земли на первого парашютиста, больше силы всемирного тяготения, действующей со стороны Земли на второго парашютиста? Силой сопротивления воздуха можно пренебречь.

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а)

4. Чему равна сила Архимеда, действующая на человека объемом 50 дм<sup>3</sup>, полностью погружившегося в чистую без примесей воду? Ускорение свободного падения принять равным 9,8 м/с<sup>2</sup>.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

5. Проведен эксперимент. В ходе эксперимента в пределах каждого интервала времени 0–1, 1–2, 2–4, 4–6 с тело или не двигалось, или двигалось с постоянной скоростью, или двигалось с постоянным ускорением. По результатам эксперимента составлена таблица зависимости модуля  $v$  скорости движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	2	4	6
$v, \text{ м/с}$	0	2	2	6	6

Из приведенных ниже утверждений **три** соответствуют результатам эксперимента.

Укажите их номера.

- 1) Скорость тела за 6 секунд изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Тело двигалось равноускоренно в интервале от 0 до 1 с и в интервале от 2 до 4 с и равномерно в интервалах 1–2 с и 4–6 с.



- 3) Тело двигалось равноускоренно в интервале от 0 до 1 с и в интервале от 2 до 4 с и не двигалось в интервалах 1–2 с и 4–6 с.
- 4) За 6 с тело прошло путь 23 м.
- 5) За 6 с тело прошло путь 36 м.

Ответ:

6. К нити, расположенной в вертикальной плоскости, подвесили груз. В каком направлении действуют сила упругости, сила веса и сила тяжести в системе нить–груз в тот момент, когда груз находится в положении равновесия? Подвесом назовем точку прикрепления нити к грузу.
- 1) Сила упругости приложена к центру масс груза и направлена вверх
  - 2) Сила упругости приложена к центру масс груза и направлена вниз
  - 3) Сила упругости приложена к подвесу и направлена вверх
  - 4) Сила упругости приложена к подвесу и направлена вниз
  - 5) Сила веса груза приложена к центру масс груза и направлена вверх
  - 6) Сила веса груза приложена к центру масс груза и направлена вниз
  - 7) Сила веса груза приложена к подвесу и направлена вверх
  - 8) Сила веса груза приложена к подвесу и направлена вниз
  - 9) Сила тяжести груза приложена к центру масс груза и направлена вверх
  - 10) Сила тяжести груза приложена к центру масс груза и направлена вниз
  - 11) Сила тяжести груза приложена к подвесу и направлена вверх
  - 12) Сила тяжести груза приложена к подвесу и направлена вниз

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила упругости	
Сила веса	
Сила тяжести	

7. В левом столбце написаны правые части формул, которые применяются для нахождения значений физических величин.

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.

**ФОРМУЛЫ**

А)  $\frac{v^2}{R}$

Б)  $G \frac{mM}{R^2}$

**ФИЗИЧЕСКИЕ  
ВЕЛИЧИНЫ**

1) кинетическая энергия тела

2) закон всемирного тяготения

3) центростремительное ускорение

4) потенциальная энергия упруго деформированного тела

Ответ:

А	Б

8. Идеальный газ оказывает на стенки сосуда давление 0,4 Па при концентрации молекул газа в кубическом сантиметре  $4 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$  и массе молекулы  $3 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ . Рассчитайте среднюю квадратичную скорость движения молекул, выра-

женную в м/с. Результат вычислений запишите в стандартном виде.

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

9. Получив от нагревателя 30 Дж, идеальная тепловая машина совершает цикл работы с КПД 10 %. Какое количество теплоты машина отдала холодильнику за цикл работы?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

10. Вычислите среднюю кинетическую энергию молекул идеального газа при температуре 27 °С. Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до десятых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

11. Выполнили опыт с двумя металлическими пластинами. Первая пластина перемещалась по горизонтальной поверхности и в результате действия силы трения нагрелась. Вторая пластина была поднята вверх над горизонтальной поверхностью. Работа в первом и втором случае была совершена одинаковая. Изменилась ли внутренняя энергия пластин?

- 1) увеличилась у обеих пластин
- 2) увеличилась у первой пластины, не изменилась у второй
- 3) не изменилась у обеих пластин
- 4) не изменилась у первой пластины, увеличилась у второй

Какое из приведенных выше утверждений верно?

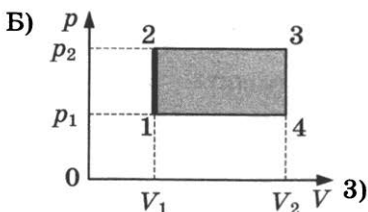
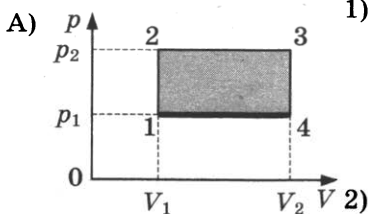
Ответ:

12. На диаграммах в координатных осях  $p-V$  представлен рабочий цикл тепловой машины. На диаграмме, обозначенной буквой А, выделяем для рассмотрения процесс 4-1. На диаграмме, обозначенной буквой Б, выделяем для рассмотрения процесс 1-2.

Установите соответствие между процессами 4-1 и 1-2 и утверждениями, характеризующими рабочий цикл машины.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ГРАФИКИ



### УТВЕРЖДЕНИЯ

1) газ охлаждается до температуры  $T_1$  при постоянном давлении, его объем уменьшается, работа газа равна нулю

2) газ охлаждается до температуры  $T_1$  при постоянном давлении, его объем уменьшается, внешними силами совершена работа над газом

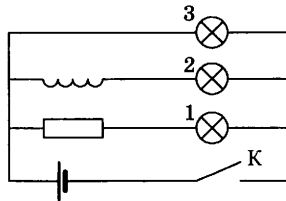
3) газ нагревается до температуры  $T_2$  при постоянном объеме, его давление увеличивается, работа газа равна нулю

4) газ нагревается до температуры  $T_2$  при постоянном объеме, его давление увеличивается, газ совершил работу

Ответ:

А	Б

13. Какая лампа загорится позже двух остальных при замыкании ключом К электрической цепи, представленной на рисунке? Катушка и резистор имеют одинаковое сопротивление постоянному току.



Ответ: \_\_\_\_\_

14. Последовательно с вольтметром включен дополнительный резистор с электрическим сопротивлением в 100 раз большим сопротивления вольтметра. Во сколько раз большее напряжение может измерить вольтметр с дополнительным сопротивлением, чем тот же вольтметр без дополнительного сопротивления?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а)

15. Перед собирающей линзой с фокусным расстоянием 10 см поставлен предмет на расстоянии 11 см и получено увеличенное изображение предмета. Чему равно увеличение линзы?

Ответ: \_\_\_\_\_

16. На пленке фотоаппарата получено изображение предмета в натуральную величину. На основании этого можно утверждать, что объектив при фотографировании находился от фотопленки на расстоянии
- 1) равном фокусному расстоянию
  - 2) равном двум фокусным расстояниям
  - 3) больше фокусного, но меньше двух фокусных расстояний
  - 4) больше двух фокусных расстояний
- Из приведенных выше утверждений выберите верное.

Ответ:

17. В закрытом и теплоизолированном сосуде находятся в тепловом равновесии 1 кг льда и 1 кг жидкой воды. Как отличается запас внутренней энергии воды от запаса внутренней энергии льда? Как отличается температура воды от температуры льда?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

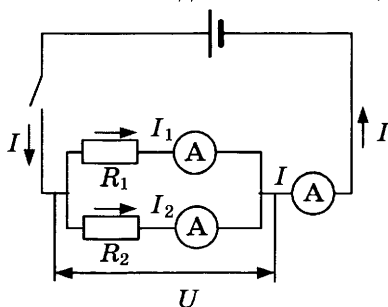
- 1) больше
- 2) меньше
- 3) одинаков(а)

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Запас внутренней энергии	Температура

18. На рисунке представлена схема электрической цепи для исследования:

- 1) связи между силой тока в параллельно соединенных элементах цепи постоянного тока и силой тока в общей цепи,
- 2) связи между общим сопротивлением параллельно соединенных элементов цепи постоянного тока и сопротивлениями каждого элемента цепи.



Установите соответствие между физическими величинами А и Б и формулами, по которым можно их рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Сила тока в параллельно соединенных элементах цепи постоянного тока  
Б) Общее сопротивление параллельно включенных резисторов

### ФОРМУЛЫ

1)  $I = I_1 + I_2$

2)  $I_1 = \frac{U}{R_1}$

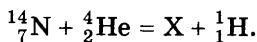
3)  $R = R_1 + R_2$

4)  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

Ответ:

А	Б

19. При столкновении  $\alpha$ -частицы с ядром атома азота произошла реакция:



Чему равно число нуклонов и нейтронов в ядре изотопа X?

Ответ:

Число нуклонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Велосипедист движется со скоростью 10 м/с по вогнутому мосту, траектория его движения является дугой окружности радиусом 20 м. Чему равно центростремительное ускорение велосипедиста?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

21. Как изменяются модуль силы тяжести, действующей на человека в лифте, и модуль силы веса человека в лифте в момент, когда лифт начал движение вверх?

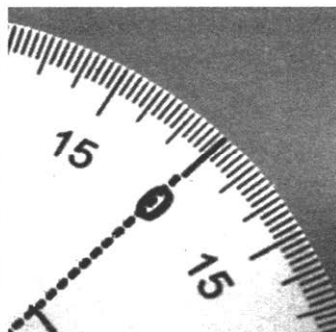
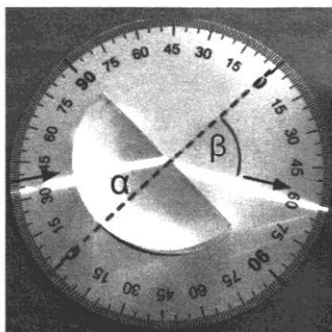
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль веса	Модуль силы тяжести

22. Для исследования зависимости угла преломления света от угла падения света стеклянный полуцилиндр поставили на транспортир. Чему равен угол преломления света?



Запишите ответ, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления транспортира.

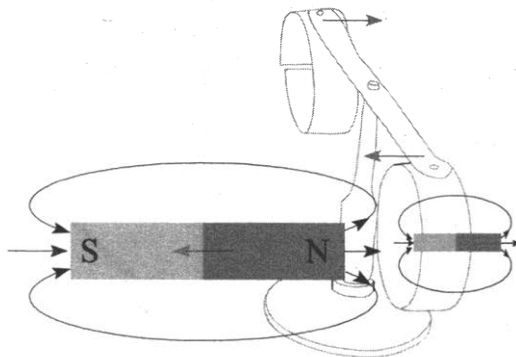
Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) °

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.



23. Что и почему происходит при выдвигании полюса постоянного магнита из алюминиевого кольца на подвижном коромысле (см. рисунок)?

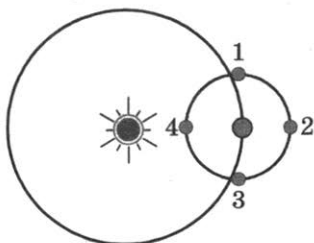
- 1) Кольцо отталкивается от магнита из-за возникновения в нем индукционного тока такого направления, что его магнитное поле препятствует действию, вызывающему индукционный ток.
- 2) Кольцо отталкивается от магнита из-за возникновения в нем индукционного тока такого направления, что его магнитное поле поддерживает действие, вызывающее индукционный ток.
- 3) Кольцо притягивается к магниту из-за возникновения в нем индукционного тока такого направления, что его магнитное поле препятствует действию, вызывающему индукционный ток.
- 4) Кольцо притягивается к магниту из-за возникновения в нем индукционного тока такого направления, что его магнитное поле поддерживает действие, вызывающее индукционный ток.



Какое из перечисленных выше утверждений правильно отвечает на вопрос задачи?

Ответ:

24. На рисунке показаны четыре положения Луны относительно Земли и Солнца. При каких положениях Луны морские приливы на Земле максимальны?



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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Велосипедист массой 50 кг движется со скоростью 10 м/с по вогнутому мосту, траектория его движения является дугой окружности радиусом 20 м. Чему равна сила упругости, действующая на велосипедиста в нижней точке моста? Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

26. Под каким давлением находится диоксид углерода в баллоне огнетушителя емкостью  $2 \text{ дм}^3$ , если баллон до заполнения имел массу 4,2 кг, а после заполнения — 5,6 кг? Температура баллона  $37^\circ\text{C}$ . Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до десятых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ Па

27. Вычислите радиус окружности, по которой будет двигаться электрон в однородном магнитном поле с индукцией  $10^{-4}$  Тл, если вектор скорости электрона направлен перпендикулярно вектору индукции, а модуль скорости равен  $10^6$  м/с. Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до десятых долей.

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 четко и разборчиво.

28. В закрытом сосуде емкостью 10 л находится ненасыщенный водяной пар массой 100 мг. При какой температуре пар будет насыщенным?

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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Пушка, жестко скрепленная с находящимся в покое самолетом, сообщает снаряду массой  $m = 2$  кг кинетическую энергию  $E_{к1} = 10^6$  Дж. Чему равна кинетическая энергия  $E_{к2}$  снаряда при вылете в направлении полета самолета, летящего со скоростью 500 м/с?
30. На высоте 2,2 м от поверхности Земли мяч имел скорость 10 м/с. С какой по модулю скоростью будет двигаться мяч у поверхности Земли? Сопротивлением воздуха пренебречь, ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .
31. Спектр наблюдается с помощью дифракционной решетки, имеющей 500 штрихов на миллиметр. При расположении решетки у глаза спектральная линия в спектре первого порядка наблюдается на расстоянии  $a = 9$  см от щели в экране, расстояние от решетки до экрана  $l = 40$  см. Определите длину волны наблюдаемой спектральной линии.
32. Вычислите массу радиоактивных продуктов деления ядер урана, накапливающихся за сутки в ядерном реакторе тепловой мощностью  $3 \cdot 10^9$  Вт, принимая выделение энергии при делении одного ядра урана-235 равным 200 МэВ.

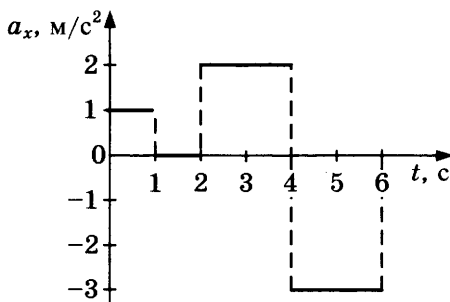
# ВАРИАНТ 5

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции  $a_x$  ускорения автомобиля от времени  $t$ .

Чему равно изменение скорости автомобиля за интервал времени от 0 с до 1 с?

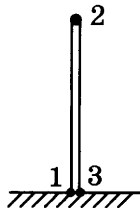


Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

2. Ученик прошел равномерно по прямой из дома до школы расстояние 150 м со скоростью 1,5 м/с, а затем пробежал то же расстояние в обратном направлении со скоростью 6 м/с. Чему равны пройденный им путь и общее время его движения?

Ответ: \_\_\_\_\_ м \_\_\_\_\_ с

3. Мяч был брошен вертикально вверх с поверхности Земли из точки 1, затем достиг верхней точки 2 и упал на Землю в точку 3 (см. рисунок). Каково соотношение между кинетической энергией мяча  $E_{к3}$  и потенциальной энергией  $E_{п2}$ ? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: \_\_\_\_\_

4. Чему примерно равна сила Архимеда, действующая на человека объемом  $50 \text{ дм}^3$  со стороны атмосферного воздуха плотностью  $1,2 \text{ кг/м}^3$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

5. Проведен эксперимент. В ходе эксперимента в пределах каждого интервала времени 0–1, 1–4, 4–6, 6–7 с тело или не двигалось, или двигалось с постоянной скоростью, или двигалось с постоянным ускорением. По результатам эксперимента составлена таблица зависимости модуля  $v$  скорости движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	4	6	7
$v, \text{ м/с}$	0	2	3	6	6

Из приведенных ниже утверждений три соответствуют результатам эксперимента.

Укажите их номера.

- 1) Скорость тела за 6 с изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Тело двигалось равноускоренно в течение первых 6 с и не двигалось в интервале 6–7 с.
- 3) Тело двигалось равнозамедленно в течение первых 6 с и не двигалось в интервале 6–7 с.
- 4) В интервале времени 4–6 с скорость увеличилась, тело двигалось с постоянным ускорением.
- 5) Ускорение тела на пятой секунде движения равно  $1,5 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:

6. К пружине, расположенной в вертикальной плоскости, подвесили груз. В каком направлении действуют и к чему приложены сила тяжести, сила веса и сила упругости в системе пружина–груз в тот момент, когда груз находится в положении равновесия? Подвесом назовем точку прикрепления пружины к грузу.

- 1) Сила тяжести груза приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 2) Сила тяжести груза приложена к центру масс груза и направлена вниз
- 3) Сила тяжести груза приложена к подвесу и направлена вверх
- 4) Сила тяжести груза приложена к подвесу и направлена вниз
- 5) Сила веса груза приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 6) Сила веса груза приложена к центру масс груза и направлена вниз
- 7) Сила веса груза приложена к подвесу и направлена вверх
- 8) Сила веса груза приложена к подвесу и направлена вниз
- 9) Сила упругости приложена к центру масс груза и направлена вверх
- 10) Сила упругости приложена к центру масс груза и направлена вниз
- 11) Сила упругости приложена к подвесу и направлена вверх
- 12) Сила упругости приложена к подвесу и направлена вниз

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести	
Сила веса	
Сила упругости	

7. В левом столбце написаны правые части формул, которые применяются для нахождения значений физических величин.

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.

**ФОРМУЛЫ**

А)  $\frac{F}{S}$

Б)  $mg$

**ФИЗИЧЕСКИЕ  
ВЕЛИЧИНЫ**

1) давление

2) плотность

3) сила тяжести

4) сила Архимеда

5) импульс тела

Ответ:

А	Б

8. Какое давление на стенки сосудов оказывал бы идеальный газ с концентрацией 100 млрд молекул в кубическом миллиметре при средней квадратичной скорости движения молекул 1 км/с и массе молекулы  $3 \cdot 10^{-27}$  кг?

Ответ: \_\_\_\_\_ Па

9. КПД тепловой машины 10 %. Если рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 10 Дж, то какую работу оно совершает?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж



10. В баллоне объемом  $30 \text{ дм}^3$  находится водород под давлением  $5 \cdot 10^6 \text{ Па}$  при температуре  $27^\circ\text{C}$ . Чему равна масса газа, если считать водород идеальным газом? Результат вычислений представьте в виде десятичной дроби с точностью до сотых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ кг

11. Для измерения температуры горячей воды в стакане нужно опустить термометр в воду,
- 1) затем быстро вынуть его и снять показания
  - 2) быстро снять показания, не вынимая термометр из воды
  - 3) дождаться, когда показания термометра перестанут изменяться, и снять показания, не вынимая термометр из воды
  - 4) подождать 10–15 минут и снять показания, не вынимая термометр из воды

Какое из приведенных выше утверждений верно?

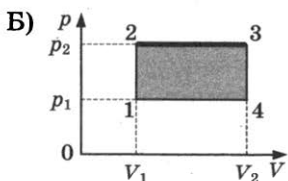
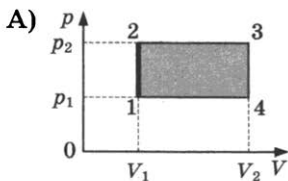
Ответ:

12. На диаграммах в координатных осях  $p$ - $V$  представлен рабочий цикл тепловой машины. На диаграмме, обозначенной буквой А, выделяем для рассмотрения процесс 1–2. На диаграмме, обозначенной буквой Б, выделяем для рассмотрения процесс 2–3.

Установите соответствие между процессами 1–2 и 2–3 и утверждениями, характеризующими рабочий цикл машины.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ГРАФИКИ



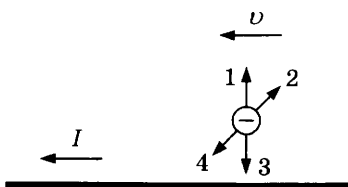
## УТВЕРЖДЕНИЯ

- 1) газ нагревается до температуры  $T_2$  при постоянном объеме, его давление увеличивается, работа газа равна нулю
- 2) газ нагревается до температуры  $T_2$  при постоянном объеме, его давление увеличивается, газ совершает работу
- 3) газ нагревается до температуры  $T_3$  при постоянном давлении, его объем увеличивается, газ совершает работу
- 4) газ нагревается до температуры  $T_3$  при постоянном давлении, его объем увеличивается, работа газа равна нулю

Ответ:

А	Б

13. Какое направление (из указанных на рисунке векторами 1, 2, 3 и 4, где векторы 2 и 4 перпендикулярны плоскости рисунка) имеет сила действия магнитного поля, создаваемого электрическим током  $I$  в прямом проводнике, создаваемого электрическим током  $I$  в прямом проводнике, на частицу с отрицательным электрическим зарядом, движущуюся параллельно этому проводнику со скоростью  $v$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_

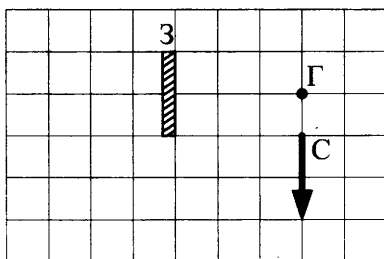
14. Электрический чайник подключен к сети напряжением 220 В. Чему равна сила тока в электрической спирали нагревательного элемента мощностью 1,1 кВт?

Ответ: \_\_\_\_\_ А

15. Какую емкость должен иметь конденсатор для того, чтобы состоящий из этого конденсатора и катушки индуктивности 1 мГн колебательный контур радиоприемника был настроен на волну 1000 м? Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до десятых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_ Ф

16. В плоском зеркале З наблюдается изображение стрелки С, глаз находится в точке Г. Какая часть изображения стрелки в зеркале не видна глазу?

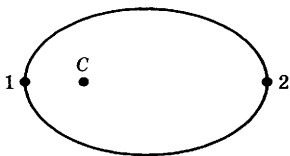


- 1) Все изображение стрелки не видно
- 2) Не видно 0,5 изображения стрелки
- 3) Не видно 0,25 изображения стрелки
- 4) Видно все изображение стрелки

Из приведенных выше утверждений выберите верное.

Ответ:

17. Юпитер движется вокруг Солнца по эллиптической орбите, в одном из фокусов которого находится Солнце (см. рисунок). Как изменятся потенциальная и полная механическая энергии Юпитера при его движении от апогея (точка 2) к перигею (точка 1)?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

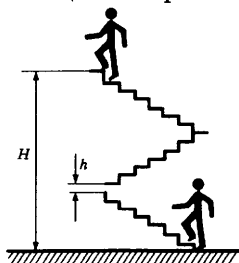
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Потенциальная энергия	Полная механическая энергия

18. На рисунке представлена схема лабораторного эксперимента по определению работы и мощности человека массой  $m$  при его перемещении вверх по лестнице.

Установите соответствие между физическими величинами А и Б и формулами, по которым можно их рассчитать.

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго.



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры могут повторяться.

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

А) Работа, совершенная человеком

Б) Мощность человека при совершении работы

### ФОРМУЛЫ

1)  $A = mgH$

2)  $A = F \cdot s \cos \alpha$

3)  $N = \frac{mgH}{t}$

4)  $N = \frac{mgh}{t}$

Ответ:

А	Б

19. В результате электронного бета-распада ядро изотопа  $^{40}\text{K}$  превращается в ядро изотопа  $^{40}\text{Ca}$ . Подсчитайте число протонов и число нейтронов, на которые отличаются друг от друга ядро-продукт и исходное ядро.

Число протонов	Число нейтронов

Ответ:

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Как изменилась (уменьшилась в \_\_\_ раз, увеличилась в \_\_\_ раз, не изменилась) сила гравитационного притяжения Земли и искусственного спутника Земли от момента старта с поверхности Земли до момента достижения им околоземной орбиты на расстоянии  $2R$  от поверхности Земли?

Ответ: \_\_\_\_\_

21. Тело равномерно движется по окружности. Как изменяется при этом модуль центростремительного ускорения и направление вектора центростремительного ускорения?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

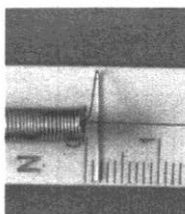
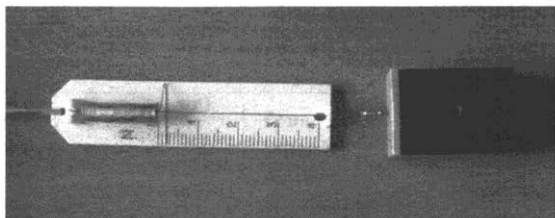
- 1) увеличивается
- 2) изменяется
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Модуль ускорения	Направление вектора ускорения

22. На рисунке представлен динамометр.

Запишите показания динамометра, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления его шкалы.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) Н

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

**23.** Электрический заряд создает вокруг себя электрическое поле. Обдумайте ответы на следующие вопросы о свойствах этого поля.

- 1) Действует ли электрическое поле этого заряда на другие электрические заряды?
- 2) Действует ли электрическое поле этого заряда на электрическое поле другого заряда?
- 3) Ослабляется ли действие электрического поля с увеличением расстояния от заряда?
- 4) Складываются ли силы действия электрических полей нескольких зарядов алгебраически?
- 5) Складываются ли силы действия электрических полей нескольких зарядов как векторы?

На какие из этих вопросов правильным является ответ «Нет»?

Ответ:

**24.** Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о планетах Солнечной системы. Выпишите номера планет земной группы.

Номер	Масса планеты (в массах Земли)	Большая полуось, а.е.	Период оборота вокруг Солнца	Состав атмосферы (основные составляющие)	Вода	Период вращения вокруг оси	Магнитное поле
1	318	5,2	11,86 лет	водород, гелий	есть	9 ч 50 мин	есть
2	95,2	9,6	29,46 лет	водород, гелий	есть	10 ч 12 мин	есть
3	14,4	19,2	84 года	водород, гелий, метан	есть	17 ч 14 мин	есть
4	1,0	1,0	1 год, или 365,2564 сут	азот, кислород, аргон	есть	23 ч 56 мин	есть
5	0,815	0,7	225 сут	углекислый газ, азот	есть	243 сут	есть

Номер	Масса планеты (в массах Земли)	Большая полуось, а.е.	Период оборота вокруг Солнца	Состав атмосферы (основные составляющие)	Вода	Период вращения вокруг оси	Магнитное поле
6	0,107	1,5	1,88 года, или 687 сут	углекислый газ, азот, аргон	есть	24 ч 37 мин	есть
7	0,055	0,4	88 сут	кислород, натрий, водород, гелий	есть	59 сут	есть
8	17,2	30,1	165 лет	водород, гелий, метан	есть	16 ч 07 мин	есть

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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Для определения ускорения движения тела под действием силы тяжести Ньютон предположил, что сила притяжения, действующая со стороны Земли на Луну, тождественна силе тяжести у поверхности Земли и убывает обратно пропорционально квадрату расстояния. Расстояние от центра Земли до центра Луны примерно в 60 раз больше расстояния от центра Земли до ее поверхности. Чему равно ускорение свободного падения на орбите Луны? Ускорение свободного падения примите равным  $9,81 \text{ м/с}^2$ . Результат вычислений представьте в стандартном виде с точностью до десятых долей.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$



26. При температуре  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  и давлении  $10^5\text{ Па}$  объем воздушного шара, заполненного гелием, равен  $500\text{ м}^3$ . Каким будет объем этого шара, если при подъеме в верхние слои атмосферы температура понизится до  $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а давление станет равным  $5 \cdot 10^4\text{ Па}$ ? Массу гелия считать постоянной.

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{м}^3$

27. При равномерном изменении силы тока от 1 до 6 А за 0,1 с в катушке возникает ЭДС самоиндукции 50 В. Чему равна индуктивность катушки?

Ответ: \_\_\_\_\_ Гн

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 четко и разборчиво.

28. В эксперименте было установлено, что при температуре воздуха  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$  относительная влажность воздуха в закрытой комнате равна 40 %. Определите значение точки росы. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, как изменится относительная влажность в комнате при повышении 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

$t, ^\circ\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. Рассчитайте вес человека в воздухе с учетом действия силы Архимеда. Масса человека 51,8 кг, его объем  $0,05 \text{ м}^3$ , плотность воздуха  $1,2 \text{ кг/м}^3$ . Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ . Результат вычислений представьте в виде целого числа.
30. Телескоп имеет объектив с фокусным расстоянием 1 м и окуляр с фокусным расстоянием 5 см. Какого диаметра получится изображение Солнца на экране, если удалить экран от окуляра до расстояния 1,5 м? Угловой диаметр Солнца  $30'$ .
31. Фотокатод облучают светом с длиной волны 300 нм. Красная граница фотоэффекта фотокатода 450 нм. Вычислите запирающее напряжение  $U$  между анодом и катодом.
32. Определите, ядро какого изотопа  $X$  освобождается при осуществлении ядерной реакции  ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_1\text{H} + X$ .

Используя таблицы в начале этой книги и таблицу масс атомных ядер внизу, вычислите (с точностью до десятых долей МэВ) энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

### Массы атомных ядер

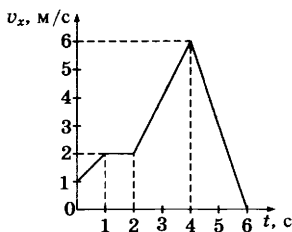
Атомный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
			кг	а.е.м.
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$	1,00727
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$	2,01355
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$	3,01550
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$	3,01493
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$	4,00151
13	алюминий	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$	26,97441
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$	29,97008

## ВАРИАНТ 6

### Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости проекции  $v_x$  скорости автомобиля от времени  $t$ . Чему равен модуль ускорения автомобиля в интервале времени (4–6) с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>

2. Лифт движется вверх с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , в нем находится пассажир массой  $50 \text{ кг}$ . Чему равен модуль силы тяжести, действующей на пассажира?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

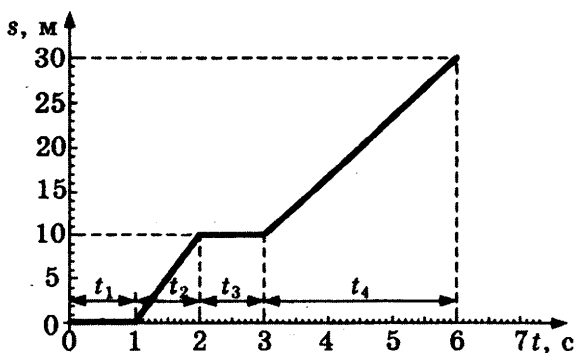
3. Автомобиль массой  $2m$ , движущийся со скоростью  $v$ , сталкивается с неподвижным автомобилем массой  $2m$ . После столкновения они движутся как одно целое. Каким суммарным импульсом обладают два автомобиля после столкновения? Взаимодействие автомобилей с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: \_\_\_\_\_

4. Чему равен вес человека в воздухе с учетом действия силы Архимеда? Объем человека  $V = 50 \text{ дм}^3$ , плотность тела человека  $1036 \text{ кг/м}^3$ . Плотность воздуха  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

5. На рисунке представлен график зависимости пути  $s$ , пройденного телом, от времени  $t$ .



Анализируя график, выберите из приведенных ниже утверждений три правильных и укажите их номера.

- 1) В интервале времени  $t_1$  тело двигалось равномерно.
- 2) В интервале времени  $t_2$  тело двигалось равнозамедленно.
- 3) В интервале времени  $t_4$  тело двигалось равномерно.
- 4) В момент времени 0 с пройденный телом путь равен 0 м.
- 5) В интервале времени  $t_1$  скорость движения равна 0 м/с.

Ответ:

6. Брусок движется равномерно по горизонтальной поверхности. Выберите из списка пункты, верно описывающие направление и модуль силы трения, действующей на брусок:

- 1) вертикально вниз
- 2) против направления вектора скорости
- 3) вертикально вверх
- 4) пропорционален силе нормального давления
- 5) обратно пропорционален силе нормального давления

Номера выбранных пунктов запишите в соответствующие столбцы таблицы.

Направление вектора	Модуль вектора

7. Автомобиль движется равноускоренно и прямолинейно с одинаковыми 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  $t$

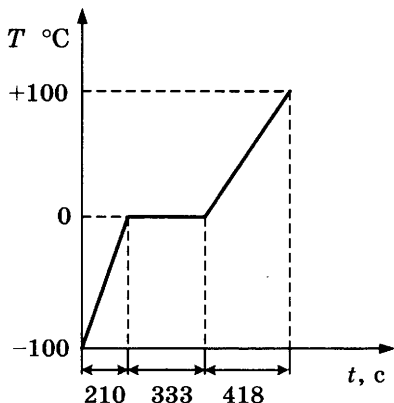
**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $v = v_0 - at$
- 2)  $v = v_0 + at$
- 3)  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$
- 4)  $s = v_0t - \frac{at^2}{2}$

Ответ:

А	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 теплоемкость льда.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг · °C)

9. Идеальная тепловая машина за цикл работы отдает холодильнику 80 Дж. Полезная работа машины за цикл равна 20 Дж. Чему равен коэффициент полезного действия тепловой машины?

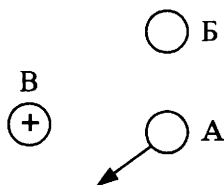
Ответ: \_\_\_\_\_ %

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. 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 приведенных выше утверждений верно?

Ответ:

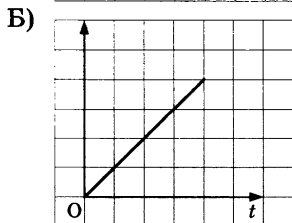
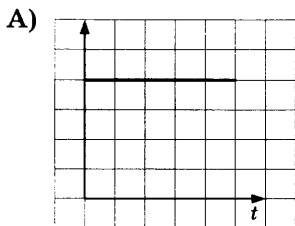
12. В физическом эксперименте в течение некоторого отрезка времени было зафиксировано равномерное движение тела на горизонтальном и прямолинейном участке пути. По данным эксперимента были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

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



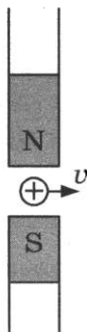
## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) скорость тела
- 2) ускорение тела
- 3) путь,  
пройденный телом
- 4) кинетическая  
энергия тела

Ответ:

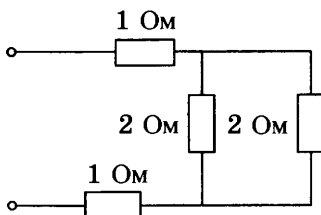
А	Б

13. Как направлена (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Лоренца, действующая на положительно заряженную частицу при ее движении в магнитном поле (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



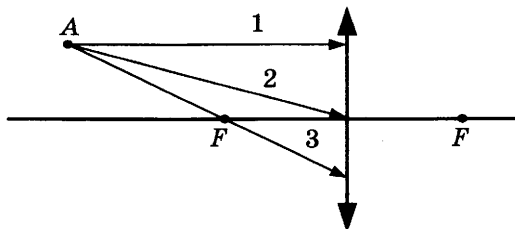
Ответ: \_\_\_\_\_

14. Рассчитайте общее сопротивление электрической цепи, представленной на рисунке.



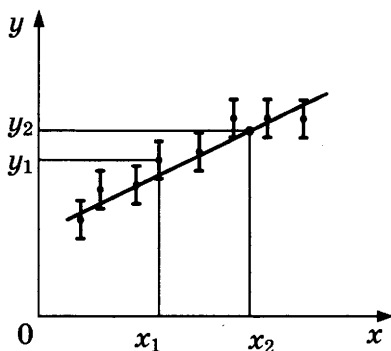
Ответ: \_\_\_\_\_ Ом

15. На рисунке представлена схематически собирающая линза, ее главная оптическая ось, главные фокусы линзы и три луча, исходящих из точечного источника света  $A$ . Какой из этих трех лучей после прохождения через собирающую линзу не изменит своего направления распространения?



Ответ:

16. Результаты экспериментального исследования зависимости некоторой физической величины  $y$  от величины  $x$  представлены точками на координатной плоскости. Вертикальными 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 провели отрезок прямой. 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  $Z_2 = \frac{y_2}{x_2}$ .

Анализируя данные, из приведенных ниже утверждений выберите два, соответствующих результатам экспериментального исследования.

Анализируя данные, из приведенных ниже утверждений выберите два, соответствующих результатам экспериментального исследования.

- 1) Ближе к верному результат  $Z_1$ .
- 2) Ближе к верному результат  $Z_2$ .
- 3) Усреднение результатов в виде отрезка прямой выполнено с учетом погрешностей измерений.
- 4) Оба результата верны.
- 5) Оба результата неверны.

Ответ:

17. К источнику постоянного тока были подключены последовательно электрическая лампа накаливания и полупроводниковый терморезистор. Что произойдет с электрическим сопротивлением нити лампы и с электрическим сопротивлением полупроводникового терморезистора при уменьшении силы тока в цепи?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

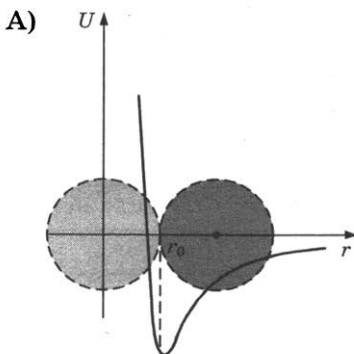
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

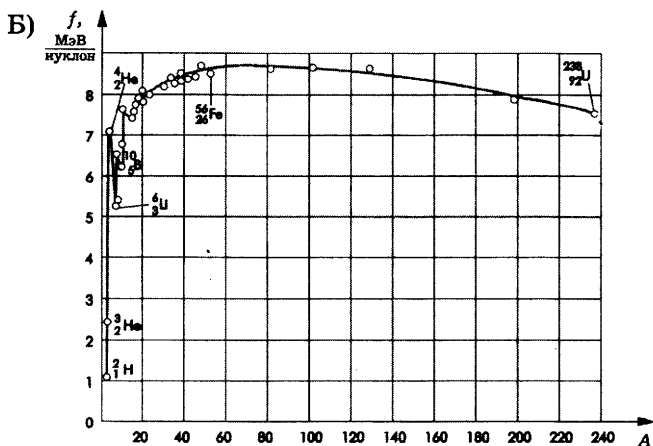
Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Электрическое сопротивление нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

18. 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 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

19. Чему равно число протонов и нейтронов в  $\alpha$ -частице?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

20. Чему равна энергия, переданная веществу фотоном длиной волны  $\lambda$  при нормальном падении на поверхность в случае поглощения фотона веществом?

Ответ: \_\_\_\_\_

21. Как изменяются давление, объем, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении изохорного процесса нагревания воздуха?

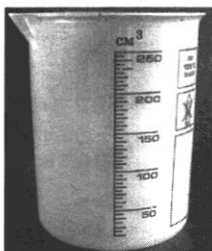
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается                              3) не изменяется  
 2) уменьшается

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Объем	Температура	Внутренняя энергия

22. Запишите результат измерения  $200 \text{ см}^3$  воды измерительным стаканом, показанным на рисунке, с учетом цены деления стакана.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ )  $\text{см}^3$

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. Была поставлена задача по определению в эксперименте КПД наклонной плоскости.

Экспериментатором были проделаны следующие действия:

1) обдуман план эксперимента и записана формула

$$\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} = \frac{mgh}{Fl} \text{ для расчета КПД}$$

2) измерена высота  $h$  наклонной плоскости

3) измерена длина  $l$  наклонной плоскости

4) с помощью динамометра измерена сила  $F$  при равномерном движении бруска вверх вдоль наклонной плоскости

5) в отдельном эксперименте с помощью динамометра была измерена сила тяжести бруска  $m\vec{g}$

6) по измеренной силе тяжести найдено значение массы бруска  $m$

Какие из перечисленных выше действий достаточны, чтобы определить КПД наклонной плоскости?

Ответ: \_\_\_\_\_

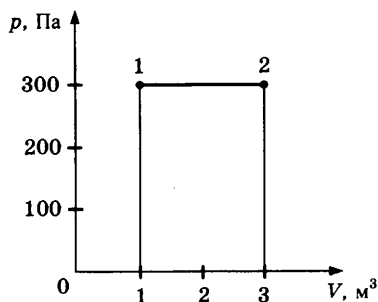
24. Электрон влетает из космического пространства в магнитное поле Земли со скоростью  $1,6 \cdot 10^6$  м/с перпендикулярно вектору  $\vec{B}$  индукции. Определите радиус окружности движения электрона. Индукция магнитного поля Земли равна  $10^{-7}$  Тл.

Ответ: \_\_\_\_\_ м.

## Часть 2

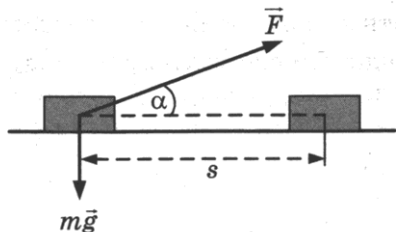
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Какую работу совершил газ при переходе из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

26. Брусок массой  $m$  под действием силы  $\vec{F}$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту, перемещается по прямой на горизонтальной поверхности на расстояние  $s$ . Коэффициент трения равен  $\mu$ . Чему равна работа силы трения?



Ответ: \_\_\_\_\_

27. Проволочная прямоугольная рамка вращается с постоянной скоростью в однородном магнитном поле, ось вращения рамки перпендикулярна вектору  $\vec{B}$  индукции и принадлежит плоскости рамки. 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 четко 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?

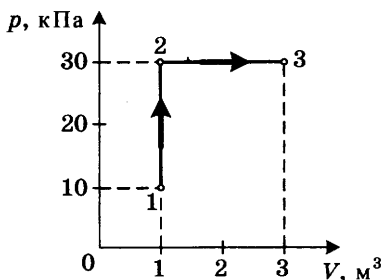
**Давление и плотность насыщенного  
водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую 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  $10 \text{ м/с}^2$ .
30. На диаграмме (см. рисунок) представлены изменения давления и объема 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  ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_2^4\text{He} \rightarrow {}_{15}^{30}\text{P} + {}_0^1n$ .

### Массы атомных ядер

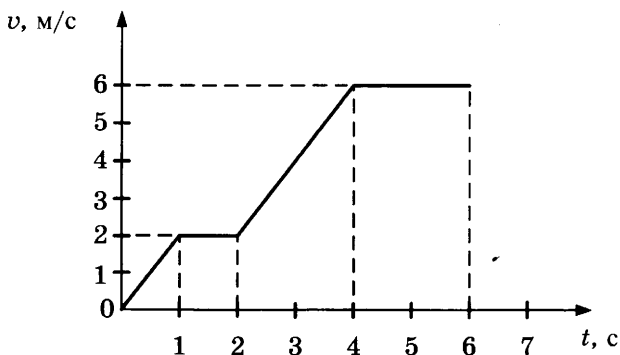
Атом- ный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а.е.м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а.е.м.
13	алюми- ний	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а.е.м.
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а.е.м.

# ВАРИАНТ 7

## Часть 1

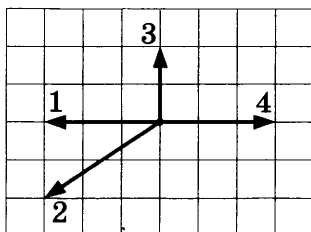
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными 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 времени (1–2) с после начала движения.



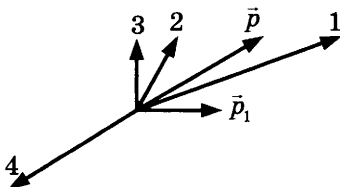
Ответ: \_\_\_\_\_ м

2. На рисунке представлены четыре вектора сил, действующих на тело. С исключением какой из четырех сил ускорение тела будет равно нулю? В ответе укажите номер вектора этой силы.



Ответ:

3. Снаряд, обладавший импульсом  $\vec{p}$ , разделился на две части. На рисунке изображены шесть векторов: вектор  $\vec{p}$  импульса снаряда до разделения, вектор  $\vec{p}_1$  импульса первой части снаряда после разделения и четыре вектора, обозначенных цифрами 1, 2, 3 и 4. Какой из векторов на рисунке соответствует вектору импульса второй части снаряда после разделения?

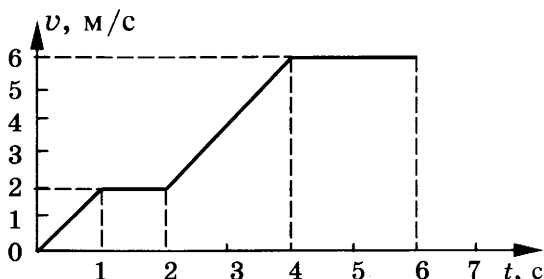


Ответ:

4. Чему равно давление на человека, нырнувшего в море на глубину 10 м при нормальном атмосферном давлении? Плотность морской воды  $1030 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Па

5. Анализируя график зависимости модуля скорости тела от времени, выберите из приведенных ниже утверждений три правильных и укажите их номера.



- 1) Скорость тела за шесть секунд изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Тело двигалось равноускоренно в интервале от 0 до 1 с и в интервале от 2 до 4 с и равномерно в интервалах 1–2 с и 4–6 с.
- 3) Тело двигалось равноускоренно в интервале от 0 до 1 с и в интервале от 2 до 4 с и не двигалось в интервалах 1–2 с и 4–6 с.
- 4) За 6 с тело прошло путь 23 м.
- 5) За 6 с тело прошло путь 36 м.

Ответ:

6. Искусственный спутник движется по эллиптической орбите вокруг Земли. Изменяются ли перечисленные в таблице 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 номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Ускорение	Кинетическая энергия	Потенциальная энергия	Полная механическая энергия

Материальная точка движется равномерно, прямолинейно и 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  $t$

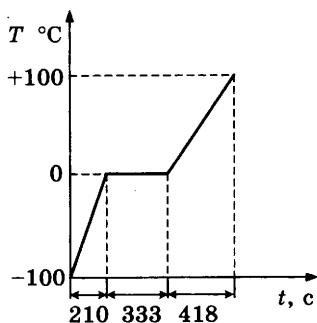
#### ФОРМУЛЫ

- 1)  $s = vt$
- 2)  $s = -vt$
- 3)  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$
- 4)  $x = x_0 + vt$
- 5)  $x = x_0 - vt$

Ответ:

А	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 определите, сколько секунд длился процесс нагревания льда.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

9. 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

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. Когда соприкасаются два нейтральных тела из разного вещества, то

- 1) возможен переход части электронов с оболочек атомов одного тела другому телу, приводящий к появлению разноименных зарядов на этих телах
- 2) возможен переход части электронов с оболочек атомов одного тела другому телу, приводящий к появлению одноименных 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 приведенных выше утверждений верно?

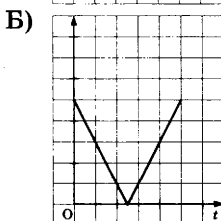
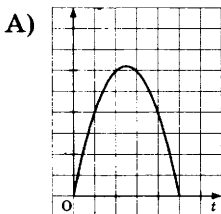
Ответ:

12. С поверхности земли метнули камень вертикально вверх с начальной скоростью 25 м/с. По данным измерений 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**



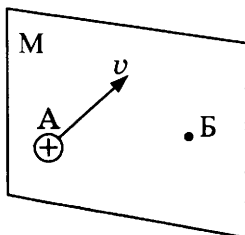
**ФИЗИЧЕСКИЕ  
ВЕЛИЧИНЫ**

- 1) ускорение тела
- 2) модуль скорости тела
- 3) вертикальная координата тела
- 4) масса тела

Ответ:

А	Б

13. Частица А с положительным электрическим зарядом движется со скоростью  $v$  перпендикулярно плоскости М, как показано на рисунке. Точка Б находится на плоскости М. Как направлен (*вверх, вниз, вправо, влево, против направления скорости  $v$ , по направлению скорости  $v$* ) в точке Б вектор индукции магнитного поля, создаваемого движущейся частицей А? Ответ запишите словом (словами).

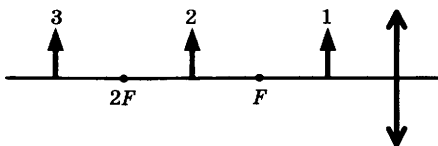


Ответ: \_\_\_\_\_

14. 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?

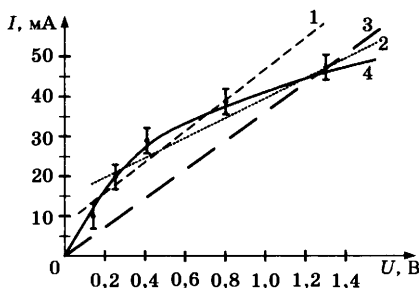
Ответ: \_\_\_\_\_ А

15. На рисунке представлено расположение собирающей линзы, ее главной оптической оси, главных фокусов линзы и трех предметов 1, 2 и 3 перед ней. Изображение какого из этих предметов будет мнимым увеличенным прямым?



Ответ:

16. На графиках 1–4 представлены результаты экспериментального исследования зависимости тока от напряжения с указанием границ погрешностей измерений силы тока.



На каком из графиков зависимость силы тока от напряжения представлена верно?

Ответ:

17. К источнику постоянного тока были подключены последовательно электрическая лампа накаливания и полупроводниковый терморезистор. Что произойдет 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:

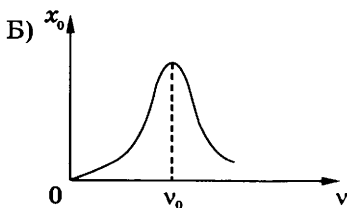
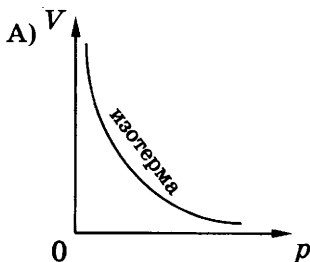
- 1) увеличение                                      3) неизменность  
2) уменьшение

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Электрическое сопротивление лампы	Напряжение на нити лампы	Электрическое сопротивление полупроводникового терморезистора

18. 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 объема от давления газа при постоянной температуре
- 2) зависимость напряжения от относительного удлинения
- 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 для каждой физической величины. Цифры могут повторяться.

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе азота  $^{14}_7\text{N}$ ?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Чему равна энергия, переданная веществу фотоном частоты  $\nu$  при нормальном падении на поверхность в случае поглощения фотона веществом?

Ответ: \_\_\_\_\_

21. Как изменяются давление, объем, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении адиабатного процесса расширения воздуха?

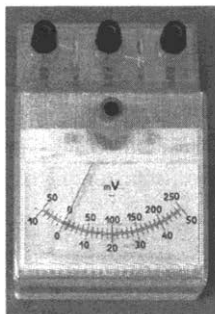
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается                      3) не изменяется  
2) уменьшается

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Объем	Температура	Внутренняя энергия

22. Для измерений малых напряжений в тысячные доли вольта применяются милливольтметры.

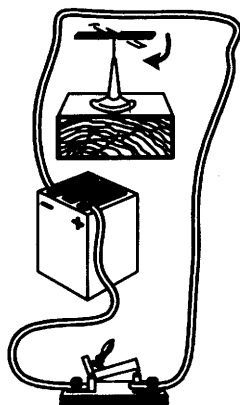


С помощью данного милливольтметра, используя его нижнюю шкалу, было измерено напряжение 40 мВ. Запишите этот результат с учетом погрешности измерений. За погрешность примите половину цены деления шкалы.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) мВ

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. В опыте Эрстеда (см. рисунок) 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 приведенных выше утверждений верно?

Ответ:

24. В облаке находится маленькая капля дождя, обладающая положительным электрическим зарядом и неподвижная относительно Земли. Чему равна сила Лоренца, действующая на каплю воды со стороны магнитного поля Земли, и как направлен вектор силы Лоренца?

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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

26. Сжатая на 2 см пружина подбрасывает стальной шар вертикально вверх на 20 см. Если вся энергия сжатой пружины передается шару, то на сколько увеличится высота полета шара при сжатии пружины на 4 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ см

27. В колебательном контуре, состоящем из конденсатора электроемкостью 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 четко 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**

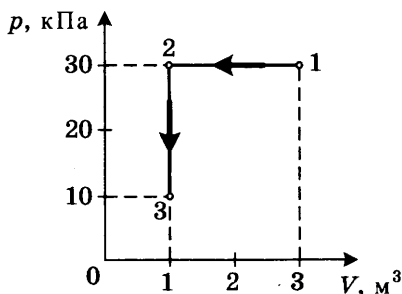
$t, ^\circ\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, ^\circ\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.



29. В аттракционе человек массой 80 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую 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  $10 \text{ м/с}^2$ .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объема 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 8

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными 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 отсчета времени от нуля секунд проекция вектора скорости тела на ось  $Ox$  станет равной нулю?

Ответ: \_\_\_\_\_ с

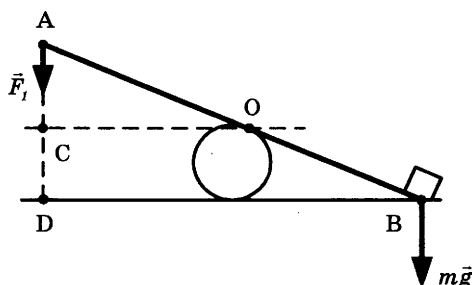
2. Сила притяжения между шарами с массами  $m_1$  и  $m_2$ , помещенными на расстояние  $R$  между их центрами, равна  $F$ . Чему равна сила притяжения между шарами с массами  $m_1/2$  и  $2m_2$ , если расстояние между их центрами равно  $3R$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_

3. 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?

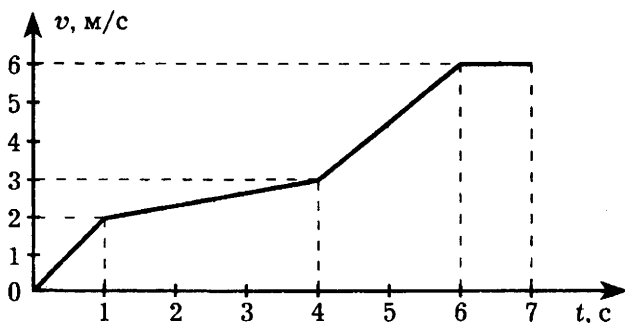
Ответ: \_\_\_\_\_

4. Доска используется для подъема груза в качестве рычага с осью вращения в точке  $O$ . Какой отрезок (см. рисунок) является плечом силы  $\vec{F}_1$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_

5. В эксперименте получен график зависимости модуля скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Анализируя график, выберите из приведенных ниже утверждений **три** правильных и укажите их номера.



- 1) Модуль скорости тела за 6 секунд изменился от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Максимальный путь был пройден телом в интервале времени от 4 до 6 с.

- 3) Тело двигалось равнозамедленно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 с.
- 4) Тело двигалось равноускоренно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 с.
- 5) Тело двигалось равномерно в интервале от 6 до 7 секунд со скоростью 6 м/с.

Ответ:

6. Человек сидит на стуле. Установите соответствие между силами, перечисленными в таблице, и следующими характеристиками:

- 1) приложена к человеку
- 2) приложена к стулу
- 3) направлена вертикально вниз
- 4) направлена вертикально вверх

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести человека приложена	Сила тяжести человека направлена	Сила веса человека приложена	Сила веса человека направлена

7. 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  $\bar{v}$   
 Б) путь, пройденный  
 за время  $t$  со скоростью  $\bar{v}$

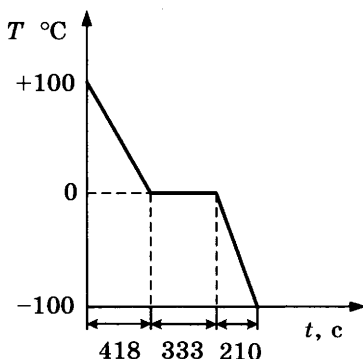
**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $v = v_0 - at$   
 2)  $v = v_0 + at$   
 3)  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$   
 4)  $s = v_0t - \frac{at^2}{2}$

Ответ:

А	Б

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.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/кг

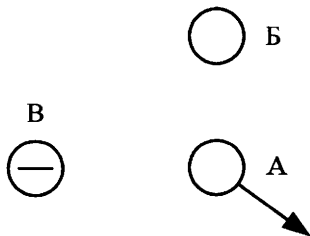
9. Идеальный газ совершил работу 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 300 Дж. Чему равно изменение количества теплоты в этом процессе?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

10. При температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  один моль идеального газа занимает объем  $V_0$ . Во сколько раз больше объем трех молей газа при том же давлении  $p_0$  и температуре  $2T_0$ ?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а)

11. 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 +
- 2) А +, В -
- 3) А -, В +
- 4) А -, В -

Какое из приведенных выше утверждений верно?

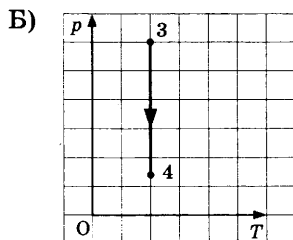
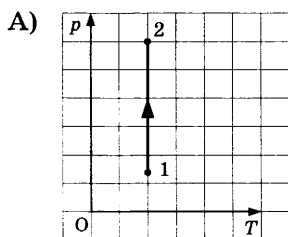
Ответ:

12. Графики А и Б процессов для изолированной термодинамической системы построены в координатах  $p$ - $T$ .

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

### ГРАФИКИ



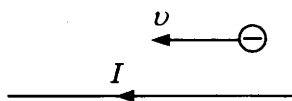
### УТВЕРЖДЕНИЯ

- 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. Какое направление (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) имеет сила действия магнитного поля, создаваемого электрическим током  $I$  в прямом проводнике, на электрон, движущийся параллельно этому проводнику со скоростью  $v$ ? Ответ запишите словом (словами).

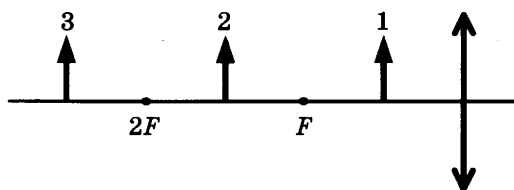


Ответ: \_\_\_\_\_

14. Чему равно электрическое сопротивление нагревателя, если при силе тока  $0,2$  А на нем за 4 минуты выделилось  $960$  Дж теплоты?

Ответ: \_\_\_\_\_ Ом

15. На рисунке представлено расположение собирающей линзы, ее главной оптической оси, главных фокусов линзы и трех 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 трех предметов

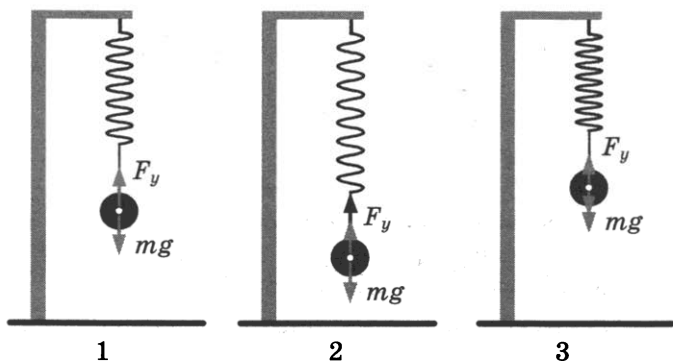
Какое из приведенных выше утверждений верно?

Ответ:



16. На рисунке показаны три положения пружинного маятника:

- 1 — положение равновесия груза на пружине,
- 2 — положение груза в крайней нижней точке,
- 3 — положение груза в крайней верхней точке.



Если груз подвесить к недеформированной пружине и отпустить, то возникнут свободные колебания груза на пружине. Полная механическая энергия системы груз–пружина равна 20 Дж. Анализируя данные, выберите из приведенных ниже утверждений два верных.

- 1) Потенциальная энергия системы груз–пружина изменяется от 0 до 10 Дж.
- 2) Потенциальная энергия системы груз–пружина изменяется от 0 до 20 Дж.
- 3) Потенциальная энергия системы груз–пружина не изменяется и равна 10 Дж.
- 4) Потенциальная энергия системы груз–пружина не изменяется и равна 20 Дж.
- 5) Полная механическая энергия системы груз–пружина при прохождении положения равновесия равна 20 Дж.

Ответ:

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдет 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 номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

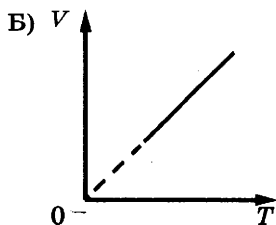
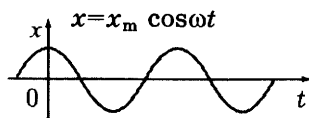
Сила тока	Напряжение	Мощность

18. 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)



## ВИДЫ ЗАВИСИМОСТИ

- 1) зависимость объема от давления газа при постоянной температуре
- 2) зависимость объема 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 в ответе могут повторяться.

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе кислорода  ${}^{17}_8\text{O}$  ?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Чему равна работа выхода электрона, если минимальная частота света, при которой возможен фотоэффект, равна  $\nu_0 = 4,5 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}$  ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

21. По мере повышения температуры воды от  $-50^\circ\text{C}$  до  $+50^\circ\text{C}$  происходили процессы нагревания льда, плавления льда, нагревания жидкой воды. Изменялась ли внутренняя энергия воды во время этих трех процессов, и если изменялась, то как?

Для каждого процесса определите соответствующий характер изменения:

- 1) не изменяется
- 2) увеличивается
- 3) уменьшается

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Нагревание льда	Плавление льда	Нагревание жидкой воды

22. Как записать показания ртутного термометра, если считать, что при снятии показаний экспериментатор не ошибается, а за абсолютную погрешность измерений он принял цену деления термометра?



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) °C

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. 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 приведенных выше утверждений верно?

Ответ:

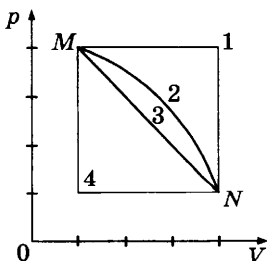
24. Электрон влетает из космического пространства в магнитное поле Земли перпендикулярно вектору  $\vec{B}$  индукции. Определите период обращения электрона по окружности. Индукция магнитного поля Земли равна  $10^{-7}$  Тл. Результат вычислений запишите в стандартном виде с двумя значащими цифрами.

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

## 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

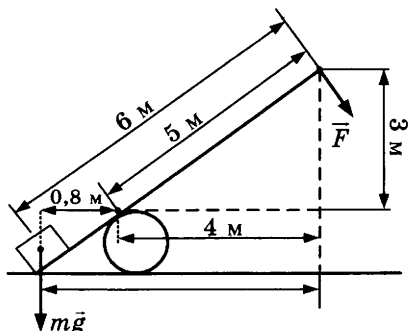
25. Переход газа из состояния  $M$  в состояние  $N$  (см. рисунок) совершается различными способами: 1, 2, 3, 4.



В каком случае работа газа максимальна?

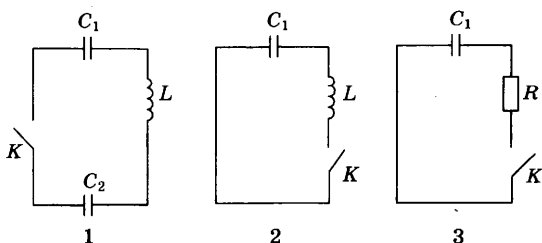
Ответ: \_\_\_\_\_

26. 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

27. На рисунке представлены схемы трех электрических цепей, во всех трех конденсатор  $C_1$  заряжен, конденсатор  $C_2$  в первой цепи не заряжен. В какой из трех 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 четко 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.

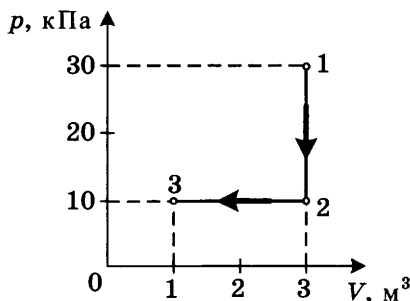
**Давление и плотность насыщенного  
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 80 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую 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  $10 \text{ м/с}^2$ .
30. На графике (см. рисунок) представлены изменения давления и объема 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, помещенный у глаза наблюдателя. Оцените расстояние  $d$  между малыми отверстиями в экране, при котором может наблюдаться явление интерференции света. Разрешающая способность глаза равна  $1'$ , длина световой волны  $5,8 \cdot 10^{-7} \text{ м}$ .

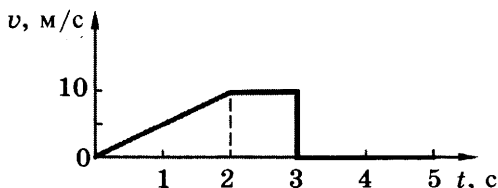


# ВАРИАНТ 9

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными 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 интервал времени (0–5) с.



Ответ: \_\_\_\_\_ м

2. 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

3. Атом массой  $m$ , движущийся со скоростью  $v$ , столкнулся с неподвижным атомом массой  $2m$ . Каким суммарным импульсом обладают два атома в момент столкновения?

Ответ: \_\_\_\_\_

4. Груз массой  $m$  на пружине, совершая свободные колебания, проходит положение равновесия со скоростью  $v$ . Через четверть периода колебаний он достигает положения максимального удаления от положения равновесия. Чему равен модуль изменения кинетической энергии груза за это время?

Ответ: \_\_\_\_\_

5. Проведен эксперимент. По результатам эксперимента составлена таблица зависимости пройденного телом пути от времени:

$t$ , с	$s$ , м
0	0
1	10
2	20
3	30
4	40

В ходе эксперимента ускорение тела было нулевым в пределах каждого интервала времени 0–1, 1–2, 2–3, 3–4 с. Проанализировав данные таблицы, выберите из приведенных ниже три утверждения, соответствующие результатам эксперимента, и укажите их номера.

- 1) За каждый из четырех интервалов времени пройденный телом путь увеличивался на 10 м.
- 2) Движение тела было равномерным.
- 3) В интервале 0–1 с скорость тела была равна 5 м/с.

- 4) В интервале 3–4 с скорость тела была равна 35 м/с.  
 5) Скорость тела была постоянной и равной 10 м/с.

Ответ:

6. Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца. Как изменяются перечисленные в таблице 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 номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Ускорение	Кинетическая энергия	Потенциальная энергия	Полная механическая энергия

7. Скорость улетающей от Земли ракеты на высоте  $h$  равна  $\bar{v}$ . 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

А) потенциальная энергия

Б) кинетическая энергия

### ФОРМУЛЫ

$$1) E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$2) A = Fs \cdot \cos \alpha$$

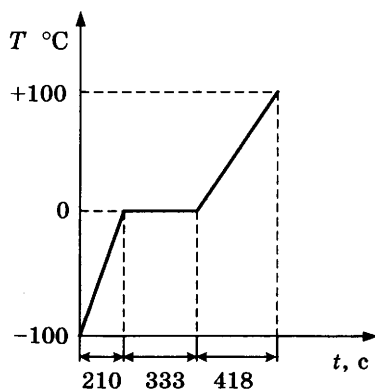
$$3) E = mgh$$

$$4) E_k = \frac{I\omega^2}{2}$$

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре  $-100^\circ\text{C}$ , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке определите, сколько секунд длился процесс плавления льда.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

9. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. Чему равно изменение внутренней энергии газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

10. Во сколько раз увеличится давление идеального газа при уменьшении его объема в 2 раза и увеличении его абсолютной температуры в 4 раза?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а)

11. 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

Какое из приведенных выше утверждений верно?

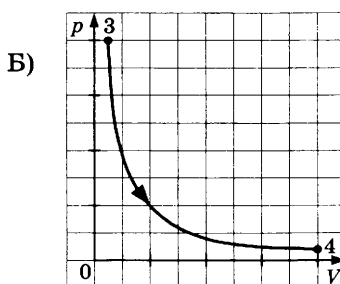
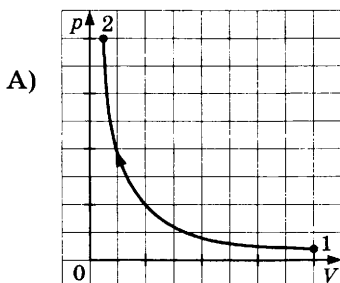
Ответ:

12. Графики А и Б процессов, происходящих в изолированной термодинамической системе, построены в координатах  $p$ - $V$ .

Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого столбца. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ГРАФИКИ



## УТВЕРЖДЕНИЯ

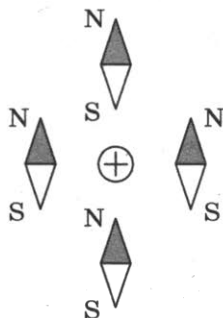
- 1) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия не изменяется.
- 2) В процессе термодинамического расширения газ совершает работу, его внутренняя энергия уменьшается.
- 3) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия не изменяется.
- 4) В процессе термодинамического сжатия внешние силы совершают над газом работу, его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ:

А	Б

13. На рисунке представлено расположение в горизонтальной плоскости четырех магнитных стрелок вблизи прямого проводника с током, расположенного перпендикулярно плоскости рисунка. Значок «+» в кружке указывает, что ток в проводнике направлен «от нас». Какие (какая) из представленных на рисунке магнитных стрелок (*левая, пра-*

**вая, верхняя, нижняя)** имеют (имеет) такую ориентацию, какой она должна быть под действием магнитного поля, создаваемого током в проводнике? Ответ запишите словом (словами).

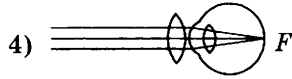
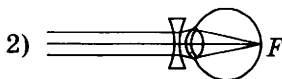
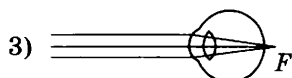
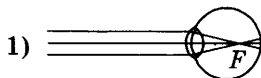


Ответ: \_\_\_\_\_

14. 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?

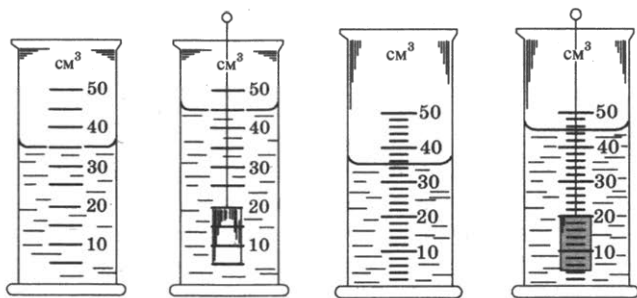
Ответ: \_\_\_\_\_

15. На рисунке представлены схемы хода лучей в глазу человека. Какая схема соответствует случаю близорукого глаза без очков?



Ответ:

16. Чтобы как можно более точно найти объем тела путем его погружения в воду, учащимся было предложено провести измерения, используя на выбор два измерительных цилиндра с водой (см. рисунок). Сравнить результаты измерений учащиеся должны были с учетом абсолютных инструментальных погрешностей измерения и абсолютных погрешностей отсчета. 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 объема 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  $(10 \pm 2) \text{ см}^3$

Ответ:

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдет 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:

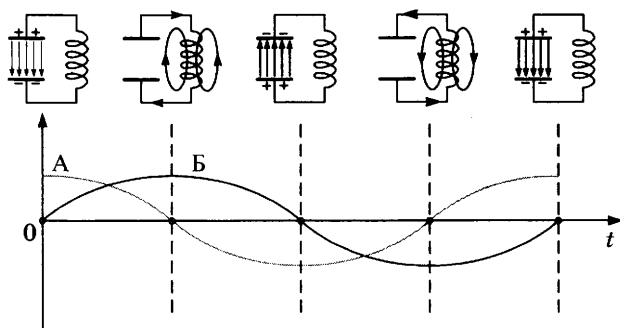
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. 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  $\frac{1}{4}T$ .

#### 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

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе водорода протии?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Укажите условие красной границы фотоэффекта с поверхности тела с работой выхода  $A$  под действием света с частотой  $\nu$ .

Ответ: \_\_\_\_\_

21. При быстром движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объем воздуха увеличился. Как изменяются давление, температура воздуха и внутренняя энергия при этом процессе?

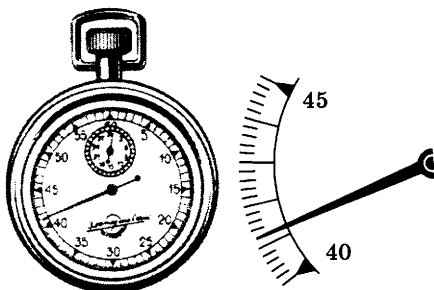
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Температура	Внутренняя энергия

22. 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?

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) с

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. 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 обращен к выдвигаемому магниту северным полюсом
  - 4) кольцо намагничивается, и возникший магнит обращен к выдвигаемому магниту южным полюсом

Ответ:

24. Годичный параллакс одной из ближайших к нам звезд ( $\alpha$ -Центавра) равен  $p = 0,762''$ . Вычислите время в световых годах, за которое свет проходит расстояние от звезды до Земли. Радиус земной орбиты  $R = 1,5 \cdot 10^{11}$  м. Результат вычислений запишите в стандартном виде с двумя значащими цифрами.

Ответ: \_\_\_\_\_ св. года.

## 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж и совершил работу 100 Дж. Насколько увеличилась при этом внутренняя энергия газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

26. В лифте, движущемся вверх с ускорением  $2 \text{ м/с}^2$ , находится пассажир массой 50 кг. Чему равен модуль силы веса пассажира?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

27. Колебательный контур состоит из конденсатора электроемкостью 50 мкФ и катушки индуктивностью 2 Гн. Чему равна циклическая частота  $\omega$  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 четко 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?

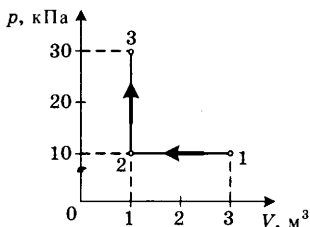
**Давление и плотность насыщенного  
водяного пара при различной температуре**

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 100 кг совершает «мертвую 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  $10 \text{ м/с}^2$ .
30. На графике (см. рисунок) представлены изменения давления и объема 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  $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$  протон движется перпендикулярно вектору индукции  $\vec{B}$  со скоростью 8 км/с. Определите радиус траектории протона.
32. При взрыве термоядерной бомбы освобождается энергия  $8,3 \cdot 10^{16} \text{ Дж}$ . Эта энергия получается в основном за счет 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, испытавших деление при взрыве, и суммарный дефект массы.

# ВАРИАНТ 10

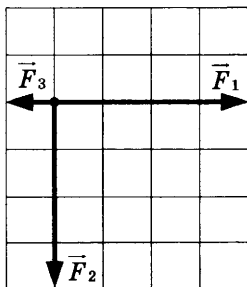
## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Какое давление оказывает на пол человек массой 60 кг, если площадь подошв его обуви равна  $600 \text{ см}^2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ Па

2. На рисунке представлены три вектора сил, приложенных к одной точке и лежащих в одной плоскости. Модуль вектора силы  $F_1$  равен 4 Н. Чему равен модуль равнодействующей векторов  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н

3. 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: \_\_\_\_\_

4. Растянутая на 2 см стальная пружина обладает потенциальной энергией упругой деформации 4 Дж. Насколько увеличится потенциальная энергия упругой деформации этой пружины при ее растяжении еще на 2 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

5. Проведен эксперимент. По результатам эксперимента составлена таблица зависимости координаты  $x$  движения тела от времени  $t$ :

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$x, \text{ м}$	0	3	6	9	12

В ходе эксперимента ускорение тела было нулевым в пределах каждого интервала времени 0–1, 1–2, 2–3, 3–4 с. Проанализировав данные таблицы, выберите из приведенных ниже три утверждения, соответствующие результатам эксперимента, и укажите их номера.

- 1) В интервале времени 1–2 с скорость тела была равна 6 м/с.
- 2) В интервале времени 0–1 с скорость тела была равна 3 м/с.
- 3) В интервале времени 0–1 с тело прошло путь 3 м.



- 4) В интервале времени 2–4 с тело прошло путь 6 м.  
 5) В интервале времени 1–4 с тело прошло путь 12 м.

Ответ:

6. Гири массой 2 кг подвешена на тонком шнуре. Если ее отклонить от положения равновесия на 10 см, а затем отпустить, она совершает свободные колебания. Что произойдет с периодом колебаний гири, частотой ее колебаний и максимальной потенциальной энергией гири, если начальное отклонение гири будет равно 5 см?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится  
 2) уменьшится  
 3) не изменится

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	Частота	Максимальная потенциальная энергия гири

7. 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 ее 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**

А) радиус окружности

Б) период обращения

**ФОРМУЛЫ**

$$1) T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$2) B = \frac{F_M}{qv}$$

$$3) T = \frac{2\pi m}{qB}$$

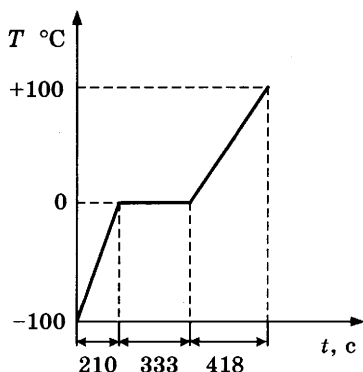
$$4) R = \frac{mv}{qB}$$

$$5) R = \frac{v^2}{a}$$

Ответ:

А	Б

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура 0,1 кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре  $-100^\circ\text{C}$ , при постоянной мощности теплопередачи 100 Вт.



По графику на рисунке и известным значениям массы воды и мощности теплопередачи определите удельную теплоемкость жидкой воды.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг · °С)

9. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

10. Если при сжатии объем 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)

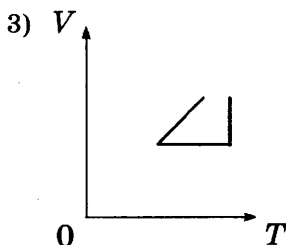
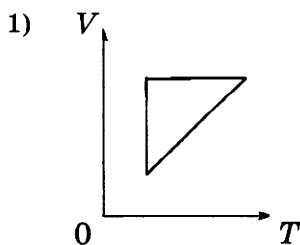
11. Электрический ток в растворах солей и кислот создается упорядоченным движением

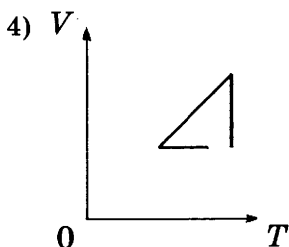
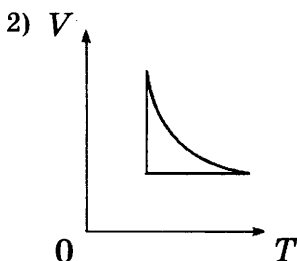
- 1) только положительных ионов
- 2) только отрицательных ионов
- 3) только электронов
- 4) положительных и отрицательных ионов

Какое из приведенных выше утверждений верно?

Ответ:

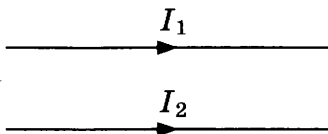
12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала охлаждался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа увеличился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях  $V-T$  соответствует этим изменениям состояния газа?





Ответ:

13. Какое направление (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) имеет сила действия магнитного поля, создаваемого электрическим током  $I_1$  в прямом проводнике, на другой проводник с электрическим током  $I_2$ ? Ответ запишите словом (словами).



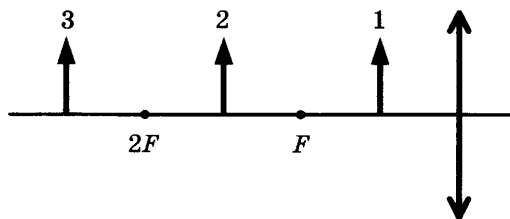
Ответ: \_\_\_\_\_

14. К источнику тока с ЭДС 18 В и внутренним сопротивлением 3 Ом подключен резистор с электрическим сопротивлением 6 Ом. Чему равна сила тока?

Ответ: \_\_\_\_\_ А

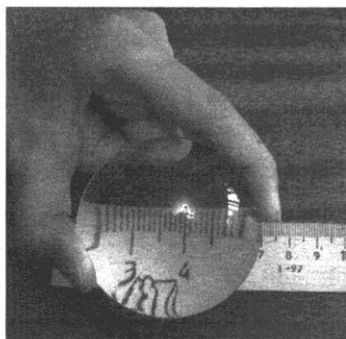
15. На рисунке представлено расположение собирающей линзы, ее главной оптической оси, главных фокусов линзы и трех предметов 1, 2 и 3 перед ней. Изображение какого из этих пред-

метов будет действительным уменьшенным перевернутым?



Ответ:

16. Чему равна цена деления 30-сантиметровой ученической линейки, показанной на рисунке?



Из перечисленных ниже результатов выберите верный.

- 1) 30 см
- 2) 1 см
- 3) 0,5 см
- 4) 1 мм
- 5) 0,5 мм

Ответ:

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдет с силой тока в цепи, напряжением на лампе и мощностью тока при подключении последовательно с первым гальваническим элементом второго такого же элемента?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

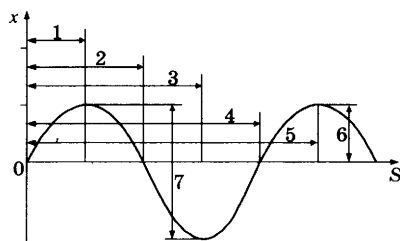
Сила тока	Напряжение	Мощность

18. 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 (А) и длина волны (Б)?

### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) амплитуда колебаний
- Б) длина волны

### ГРАФИК



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. На сколько единиц изменяются массовое и зарядовое числа ядра тория  ${}_{92}^{238}\text{Th}$  при испускании гамма-кванта?

Ответ:

Массовое число	Зарядовое число

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. Свет в прозрачной среде с абсолютным показателем преломления  $n$  имеет длину волны  $\lambda$ . Какова длина волны  $\lambda_1$  этого света в вакууме?

Ответ: \_\_\_\_\_

21. При быстром движении поршня в цилиндре дизельного двигателя объем воздуха уменьшился. Как изменяются давление, температура воздуха и внутренняя энергия при этом процессе?

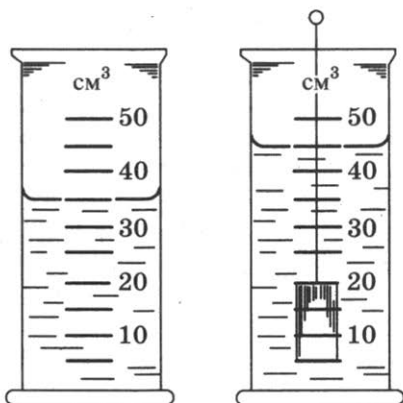
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Температура	Внутренняя энергия

22. На рисунке показаны два этапа измерения объема тела путем его погружения в воду с использованием измерительного цилиндра с водой (см. рисунок). Погрешность измерения равна цене деления измерительного цилиндра.



Чему равен объем тела?

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) см<sup>3</sup>

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. Электромагнитной индукцией называется явление
- 1) возникновения магнитного поля в катушке при пропускании электрического тока через нее
  - 2) намагничивания железа с помощью постоянного магнита
  - 3) взаимного притяжения разноименных полюсов магнитов
  - 4) возникновения электрического тока в катушке при изменении магнитного поля в ней

Ответ:

24. Детекторы астрономических приборов, работающие на наземных и космических телескопах, рассчитаны на регистрацию электромагнитных волн разных диапазонов: от радиоволн до гамма-излучений. Какое условие необходимо для возникновения электромагнитных волн?

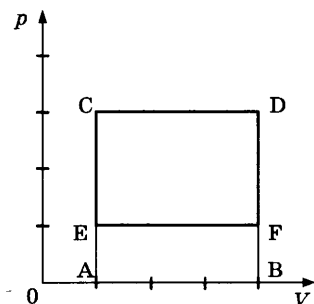
Ответ: \_\_\_\_\_ .



## Часть 2

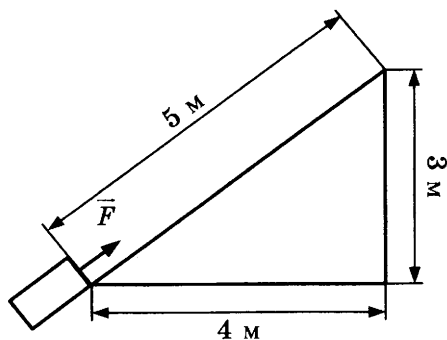
Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. 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: \_\_\_\_\_

26. 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. Модуль 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<sup>2</sup>, коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

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 четко 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 снизить температуру стакана до

14 °С. 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 °С?

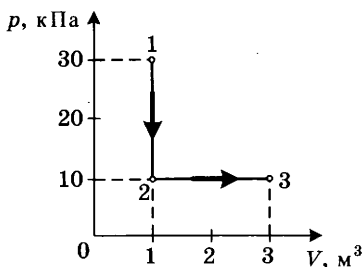
**Давление и плотность насыщенного  
водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую 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<sup>2</sup>.
30. На графике представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



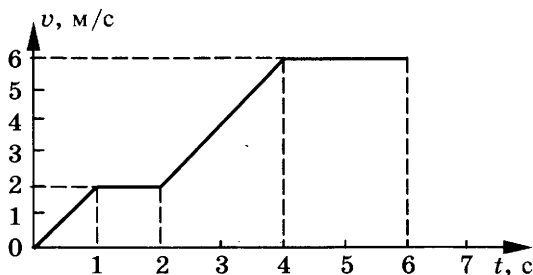
31. Катод фотоэлемента с работой выхода  $4,42 \cdot 10^{-19}$  Дж освещается светом частотой  $1,0 \cdot 10^{15}$  Гц. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле с индукцией  $8,3 \cdot 10^{-4}$  Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля. Чему равен максимальный радиус окружности  $R$ , 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 11

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными 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.



Ответ: \_\_\_\_\_ м

2. Тело массой 5 кг под действием некоторой силы приобретает ускорение  $1 \text{ м/с}^2$ . Какое ускорение сообщит эта сила телу массой 10 кг?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$

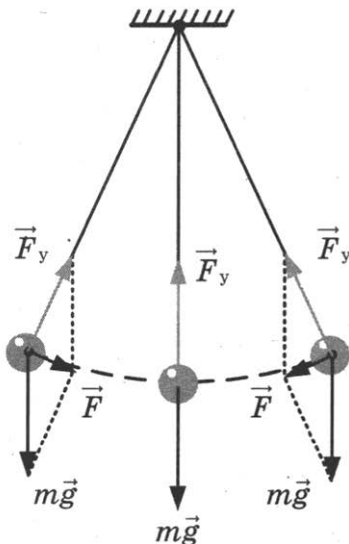
3. Человек массой  $m$  прыгает с горизонтальной скоростью  $v$  относительно земли из неподвижной лодки массой  $M$  на берег. Чему равен суммарный импульс лодки и человека относительно земли в момент перед отрывом человека от лодки? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.

Ответ: \_\_\_\_\_

4. Объем воздушного шара-гиганта  $8500 \text{ м}^3$ . Чему равен вес этого шара вместе с наполняющим его теплым воздухом и кабиной, если он поднялся и неподвижно висит над землей? Плотность воздуха  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ Н

5. На рисунке показана модель свободных колебаний математического маятника.



Полная механическая энергия груза при прохождении положения равновесия равна  $20 \text{ Дж}$ .

Выберите из приведенных ниже утверждений два правильных и укажите их номера.

- 1) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 20 Дж.
- 2) Потенциальная энергия не изменяется и равна 20 Дж.
- 3) Потенциальная энергия изменяется от 0 до 10 Дж.
- 4) Потенциальная энергия не изменяется и равна 10 Дж.
- 5) В математическом маятнике по закону сохранения энергии в процессе колебаний кинетическая энергия переходит в потенциальную, а потенциальная — в кинетическую.

Ответ:

6. Комета движется по эллиптической орбите вокруг Солнца. Изменяются ли перечисленные в таблице 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 номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Скорость	Ускорение	Кинетическая энергия	Потенциальная энергия	Полная механическая энергия

7. 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) электрическое напряжение  
 Б) сила гравитационного взаимодействия  
 В) давление

**ФОРМУЛЫ**

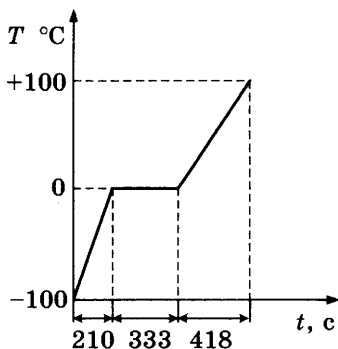
- 1)  $F = G \frac{mM}{r^2}$   
 2)  $U = \frac{A}{q}$   
 3)  $F = k \frac{q_1q_2}{r^2}$   
 4)  $U = \frac{q}{C}$   
 5)  $p = \frac{F}{S}$

Ответ:

А	Б	В

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 нагревания жидкой воды.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

9. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

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. В атоме водорода электрон удерживается силами притяжения к протону вследствие

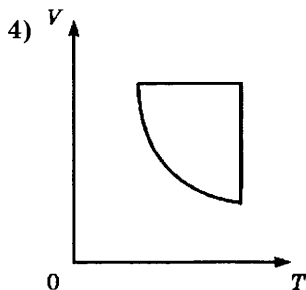
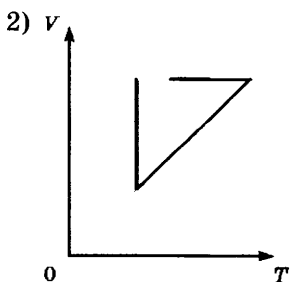
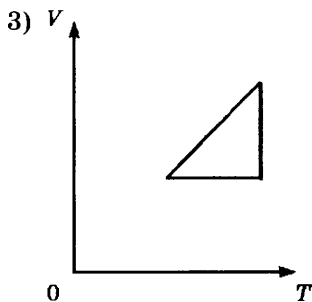
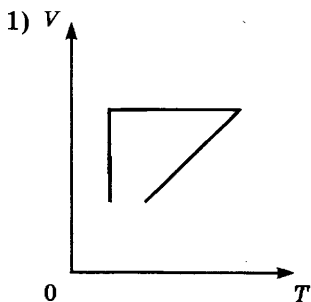
- 1) способности одного электрического заряда мгновенно действовать на любой другой электрический заряд на любом расстоянии
- 2) того, что вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические поля других зарядов

- 3) того, что вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на электрические заряды
- 4) гравитационного взаимодействия

Какое из приведенных выше утверждений верно?

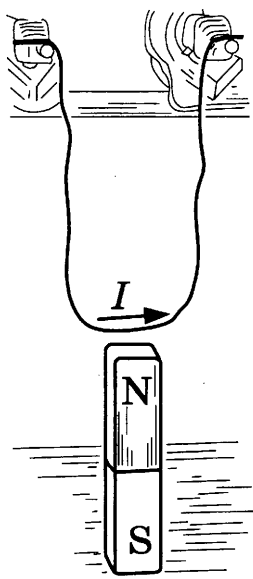
Ответ:

12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление уменьшалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре объем газа уменьшился до первоначального значения. Какой из графиков на рисунке в координатных осях  $V-T$  соответствует этим изменениям состояния газа?



Ответ:

13. Как направлена сила Ампера (*влево, вправо, к наблюдателю, от наблюдателя*), действующая со стороны магнитного поля на проводник с током? Направление тока на участке проводника, расположенного над магнитом, указано стрелкой на рисунке. Ответ запишите словом (словами).

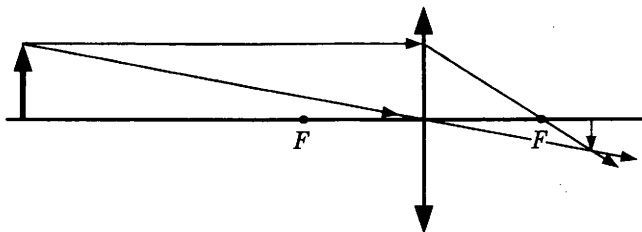


Ответ: \_\_\_\_\_

14. При подключении резистора с электрическим сопротивлением  $1\text{ кОм}$  к выводам источника тока с ЭДС  $12\text{ В}$  сила тока в цепи была равна  $6\text{ мА}$ . Чему равна сила тока в цепи при подключении к этому источнику резистора с сопротивлением  $3\text{ кОм}$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ мА

15. На рисунке представлена схема хода лучей при получении изображения предмета с помощью линзы.

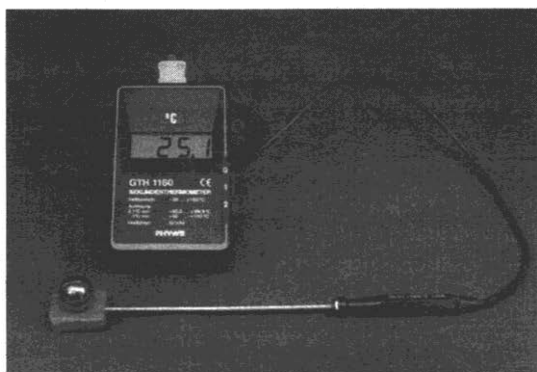


Эта схема соответствует случаю использования линзы в качестве

- 1) лупы
- 2) объектива фотоаппарата
- 3) очков близоручного человека
- 4) объектива проекционного аппарата

Ответ:

16. 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  $20,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



Погрешность измерений температуры с помощью показанного на рисунке электронного термометра

равна  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На сколько градусов изменилась температура пластилина в результате опыта? Из перечисленных ниже результатов выберите верный.

- 1)  $4,8\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 2)  $4,8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 3)  $20,3\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 4)  $25,1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- 5)  $25,1\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ответ:

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа. Что произойдет 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:

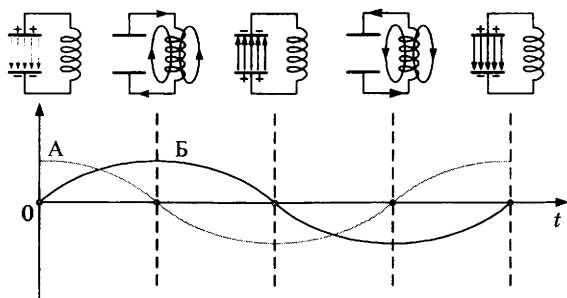
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение	Мощность	Сила тока

18. 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

19. На сколько единиц меньше массовое и зарядовое числа ядра-продукта  $X$  изотопа кобальта  ${}^{238}_{92}\text{U}$  в результате осуществления альфа-распада?

Ответ:

	Массовое число	Зарядовое число

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. При освещении металлической пластины с работой выхода  $A$  монохроматическим светом частотой  $\nu$  происходит фотоэлектрический эффект, максимальная кинетическая энергия освобожденных

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: \_\_\_\_\_

21. Как изменяются давление, объем и температура при осуществлении адиабатного процесса сжатия воздуха?

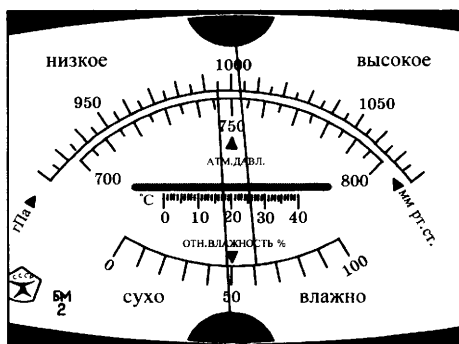
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Объем	Температура

22. На рисунке показана шкала универсального прибора, измеряющего величину атмосферного давления, температуру и влажность.

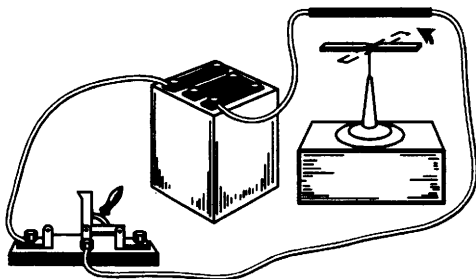


Снимите показания гигрометра с учетом погрешности измерений. Примите, что погрешность измерения данного гигрометра равна половине цены деления шкалы.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) %

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. 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:

24. Какие особенности Солнечной системы в приведенных ниже утверждениях соответствуют гипотезе совместного образования Солнца и планет из протопланетного газового облака?

- 1) Вращение всех планет вокруг Солнца в одном направлении
- 2) Деление всех планет на твердые и газовые



- 3) Расположение плоскостей орбит всех планет почти в одной плоскости
- 4) Одинаковое направление вращения спутников планет с направлением вращения планеты и близость плоскостей их орбит к плоскости экватора планет

Ответ:

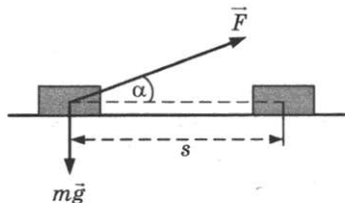
## Часть 2

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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. 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?

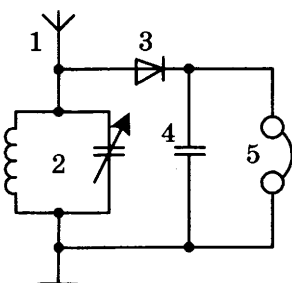
Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

26. Брусок массой  $m$  перемещается на расстояние  $s$  по прямой на горизонтальной поверхности под действием силы  $\vec{F}$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Коэффициент трения равен  $\mu$ . Чему равна работа силы тяжести бруска на этом пути?



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

27. На рисунке изображена схема детекторного приемника. С помощью какого элемента приемника осуществляется детектирование колебаний?



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 четко 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?

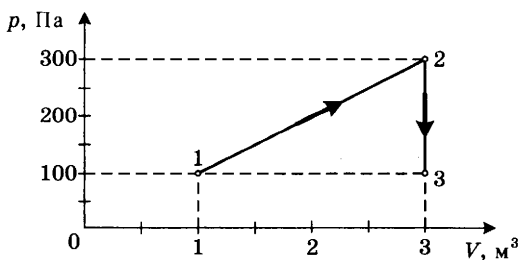
**Давление и плотность насыщенного  
водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую 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  $10 \text{ м/с}^2$ .
30. На диаграмме представлены изменения давления и объема 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 12

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. При прямолинейном движении зависимость пройденного телом пути  $s$  от времени  $t$  имеет вид  $s = 4t + t^2$ . Чему равна скорость тела в момент времени  $t = 2$  с при таком движении?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

2. Под действием одной силы  $\vec{F}_1$  тело движется с ускорением  $4 \text{ м/с}^2$ . Под действием другой силы  $\vec{F}_2$ , направленной противоположно силе  $\vec{F}_1$ , ускорение тела равно  $3 \text{ м/с}^2$ . С каким ускорением будет двигаться тело при одновременном действии сил  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_  $\text{м/с}^2$

3. Вагон массой  $m$ , движущийся со скоростью  $v$ , сталкивается с неподвижным вагоном массой  $2m$ . Каким суммарным импульсом обладают два вагона в момент столкновения? Взаимодействие вагонов с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: \_\_\_\_\_

4. Человек массой 100 кг поднялся по ступеням лестницы с первого этажа на 5-й этаж дома за 200 секунд. Чему равна мощность человека, если высота одной ступени равна 20 см, а число ступеней между этажами равно 20?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт

5. Человек наблюдал процесс свободного падения яблока и описал процесс его движения.

Выберите два верных утверждения из перечня приведенных ниже.

- 1) Движение яблока равноускоренное.
- 2) Ускорение яблока изменяется от максимального значения до нуля в момент падения.
- 3) Скорость яблока изменяется от максимального значения до нуля в момент падения.
- 4) Потенциальная энергия яблока изменяется от максимального значения до нуля.
- 5) Полная энергия яблока уменьшается.

Ответ:

6. Сани движутся по склону горы вниз. Выберите из списка пункты, верно описывающие направление и модуль действующей на сани силы трения:

- 1) вертикально вниз
- 2) против направления вектора скорости
- 3) вертикально вверх
- 4) перпендикулярно поверхности склона горы
- 5) пропорционален силе нормального давления
- 6) обратно пропорционален силе нормального давления

Номера выбранных пунктов запишите в соответствующие столбцы таблицы.

Направление вектора	Модуль вектора

7. 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) количество теплоты

Б) длина волны

**ФОРМУЛЫ**

1)  $Q = cm\Delta t$

2)  $\lambda = vT$

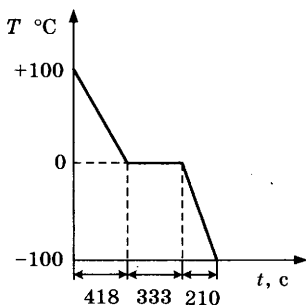
3)  $\lambda = \frac{Q}{m}$

4)  $\bar{p} = m\bar{v}$

Ответ:

А	Б

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 жидкой воды в лед.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/кг

9. Идеальный газ отдал количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

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. 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?

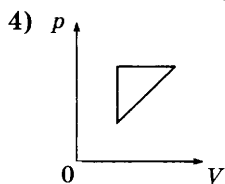
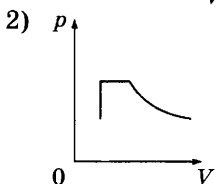
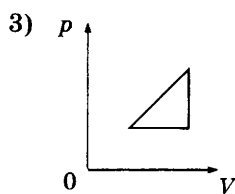
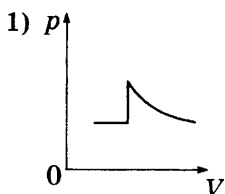
- 1) в момент начала движения вверх
- 2) в момент достижения верхней точки траектории
- 3) в момент падения на землю
- 4) в течение всего времени полета полная механическая энергия была одинакова

Какое из приведенных выше утверждений верно?

Ответ:

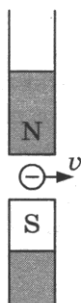
12. В изолированной термодинамической системе идеальный газ сначала нагревался при постоянном давлении, потом его давление увеличивалось при постоянном объеме, затем при постоянной температуре давление газа уменьшилось до первоначального значения. Какой график на рисунке соответствует этим изменениям состояния газа в координатных осях  $p$ - $V$ ?





Ответ:

13. Как направлена сила Лоренца (*влево, вправо, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*), действующая на электрон при его движении в магнитном поле (см. рисунок)? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_

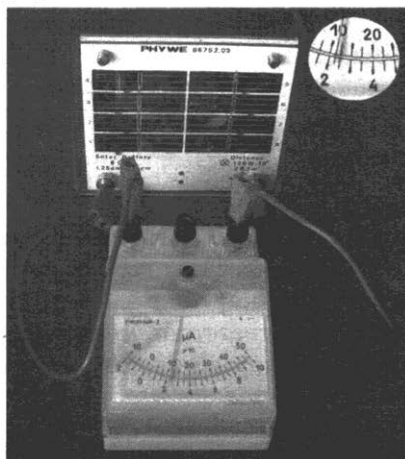
14. В процессе электролиза соляной кислоты при постоянном значении силы тока в цепи за 2 минуты ионы водорода принесли на катод положительный заряд 60 Кл, ионы хлора принесли на анод отрицательный заряд 60 Кл. Чему равна сила тока в цепи в этом процессе?

Ответ: \_\_\_\_\_ А

15. При падении узкого пучка света на зеркало угол отражения был равен  $20^\circ$ . При увеличении угла падения луча на зеркало на  $10^\circ$  чему стал равен угол его отражения?

Ответ: \_\_\_\_\_ градусов

16. 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 вверху.



Определите по показаниям прибора силу тока в цепи, учитывая, что погрешность измерения равна половине цены деления микроамперметра. Из перечисленных ниже результатов выберите верный.

- 1)  $I = 11,25 \pm 2,5$  мкА
- 2)  $I = 2,25 \pm 2,5$  мкА
- 3)  $I = 11,25 \pm 1,25$  мкА
- 4)  $I = 2,25 \pm 1,25$  мкА

Ответ:

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдет 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:

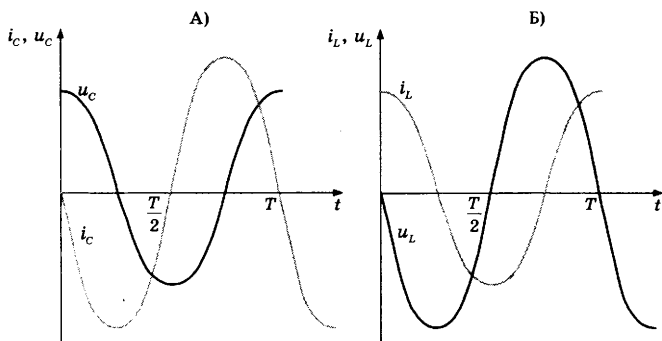
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. 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

- 1) колебания напряжения на конденсаторе отстают по фазе от колебаний силы тока в цепи на  $\pi/2$
- 2) колебания напряжения на конденсаторе опережают по фазе колебания силы тока в цепи на  $\pi/2$
- 3) колебания напряжения на катушке опережают по фазе колебания силы тока на  $\pi/2$
- 4) 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

19. При столкновении  $\alpha$ -частицы с ядром атома азота произошла ядерная реакция:

${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow X + {}^1_1\text{H}$ . Чему равно число протонов и нейтронов в ядре-продукте  $X$ ?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. В каком из перечисленных ниже приборов для регистрации ядерных излучений прохождение быстрой заряженной частицы вызывает появление импульса электрического тока в газе?

- 1) в счетчике Гейгера
- 2) в камере Вильсона
- 3) в фотоэмульсии
- 4) в сцинтилляционном счетчике

Ответ:

21. Как изменяются давление, объем, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении процесса изотермического расширения воздуха?

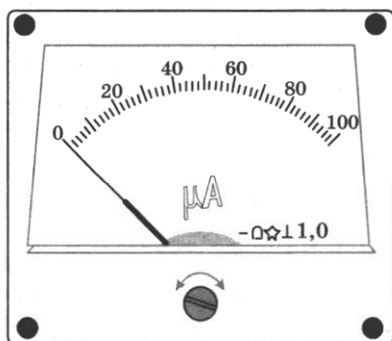
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Объем	Температура	Внутренняя энергия

22. 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.

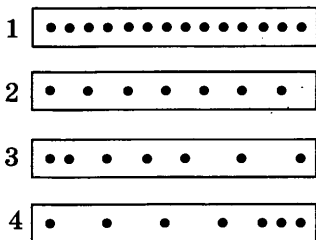


Определите максимальную абсолютную погрешность  $\Delta_{\text{инстр}}$  этого прибора и цену деления прибора.

Ответ: \_\_\_\_\_ мкА; \_\_\_\_\_ мкА

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

23. В опытах по исследованию движения тележек использовался прибор, делающий отметки на ленте через одинаковые интервалы времени. Под каким номером на рисунке показана лента, соответствующая движению тележки слева направо с увеличением скорости?



Ответ:

24. Какие характеристики в представленном списке являются общими для планет земной группы?

- 1) наличие литосферы
- 2) наличие гидросферы
- 3) наличие атмосферы, пригодной для дыхания человека
- 4) наличие магнитного поля
- 5) наличие органической жизни

Ответ:

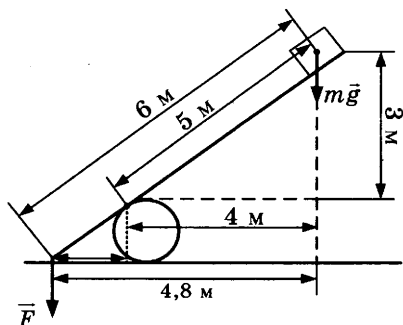
## Часть 2

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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Идеальный газ отдал количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

26. 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

27. При параллельном включении активного сопротивления, катушки и конденсатора в цепь переменного тока амплитуда колебаний силы тока через активное сопротивление оказалась 0,4 А, через конденсатор 0,3 А, через катушку 0,6 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 четко 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 снизить температуру стакана до 27 °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

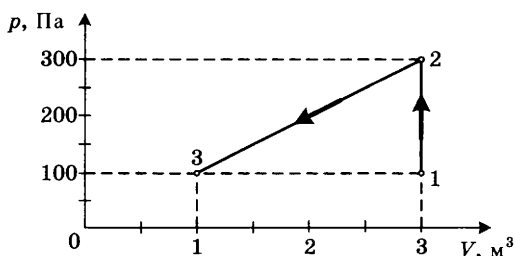
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой 60 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой



траектории, если в нижней точке при движении тележки со скоростью  $10 \text{ м/с}$  сила давления человека на сиденье тележки была равна  $1800 \text{ Н}$ ? Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

30. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



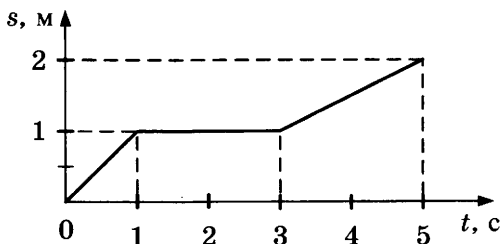
31. Ядро изотопа водорода  ${}^2_1\text{H}$  — дейтерия — движется в однородном магнитном поле индукцией  $3,34 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$  перпендикулярно вектору  $\vec{B}$  индукции по окружности радиусом  $10 \text{ м}$ . Определите скорость ядра.
32. Мировое потребление энергии человечеством составляет примерно  $4 \cdot 10^{20} \text{ Дж}$  в год. Если будет возможно освобождение собственной энергии вещества, сколько килограммов вещества потребуется расходовать человечеству в сутки для удовлетворения современных потребностей в энергии?

# ВАРИАНТ 13

## Часть 1

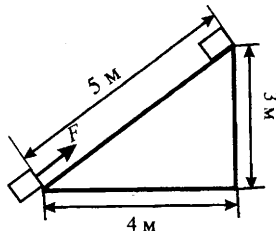
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными 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 времени (1–3) с после начала движения.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

2. 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 равен 30 Н. Чему равна сила трения, если коэффициент трения  $\mu = 0,5$ ?



Ответ: \_\_\_\_\_ Н

3. Человек массой  $m$  прыгает с горизонтальной скоростью  $v$  относительно земли из неподвижной лодки массой  $M$  на берег. Чему равен модуль скорости лодки относительно земли в момент отрыва человека от лодки? Сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало.

Ответ: \_\_\_\_\_

4. При свободных колебаниях на пружине груз массой  $m$  проходит положение равновесия со скоростью  $v$ . Через четверть периода колебаний он достигает положения максимального удаления от положения равновесия. Чему равен модуль изменения полной механической энергии груза за это время?

Ответ: \_\_\_\_\_

5. В ходе эксперимента получена зависимость модуля  $v$  скорости движения тела от времени  $t$ , представленная в таблице:

$t$ , с	0	1	2	4	6
$v$ , м/с	0	2	2	6	0

Известно также, что в каждом из интервалов времени 0–1, 1–2, 2–4, 4–6 с характер движения тела не изменялся: тело либо покоилось, либо двигалось с постоянной скоростью, либо с постоянным ускорением.

Из приведенных ниже утверждений **три** соответствуют результатам эксперимента.

Укажите их номера.

- 1) Путь, пройденный автомобилем в интервале времени (0–6) с, равен 17 м.
- 2) В интервале времени (0–1) с скорость тела линейно возростала от 0 м/с до 2 м/с.
- 3) В интервале времени (1–2) с скорость тела не изменялась, путь, пройденный в этом интервале времени, равен нулю.
- 4) В интервале времени (2–4) с движение тела было равноускоренным, с начальной скоростью, равной нулю.
- 5) В интервале времени (4–6) с ускорение тела было равно  $-3 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:

6. Люстра подвешена к потолку на крючке. Установите соответствие между силами, перечисленными в таблице, и следующими характеристиками:

- 1) приложена к люстре
- 2) приложена к крючку
- 3) направлена вертикально вниз
- 4) направлена вертикально вверх

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тяжести люстры приложена	
Сила тяжести люстры направлена	
Сила веса люстры приложена	
Сила веса люстры направлена	

7. 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 равномерного движения  
 Б) сила кулоновского взаимодействия

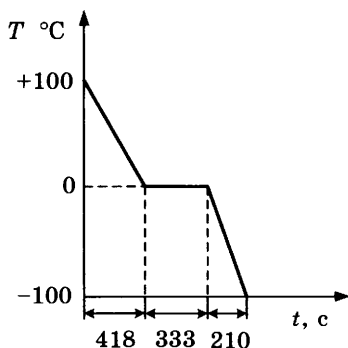
### ФОРМУЛЫ

- 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

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 лед.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

9. Идеальный газ получил количество теплоты 100 Дж, и при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

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)

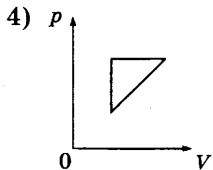
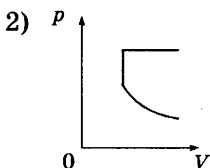
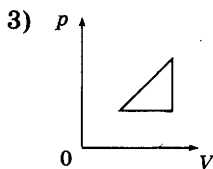
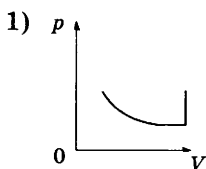
11. Электризация нейтральных тел при соприкосновении объясняется тем, что

- 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 приведенных выше утверждений верно?

Ответ:

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. Как будет расположена (*горизонтально, под углом, перпендикулярно*) по отношению к поверхности земли магнитная стрелка, помещенная непосредственно над магнитным полюсом Земли? Ответ запишите словом (словами).

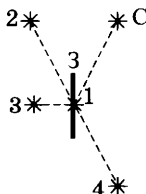
Ответ: \_\_\_\_\_

14. Резисторы сопротивлениями 3 Ом, 6 Ом и 9 Ом включены последовательно в цепь постоянного тока. Чему равно отношение работ электрического тока, совершенных при прохождении тока через эти резисторы за одинаковое время?

Ответ: \_\_\_\_\_

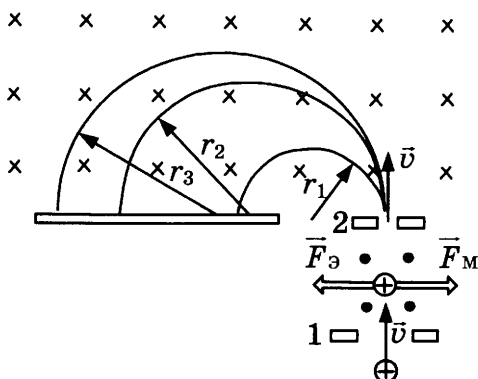
15. Если источник света С находится перед плоским зеркалом З (см. рисунок), то в какой точке находится его изображение в зеркале?

- 1) 1                      2) 2                      3) 3                      4) 4



Ответ:

16. 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 иона  $v$ , перпендикулярной вектору индукции
- 3) должно быть известно значение заряда иона  $q$
- 4) необходимо измерить радиус  $r$  окружности, по которой ион движется

Ответ: \_\_\_\_\_

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа. Что произойдет 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

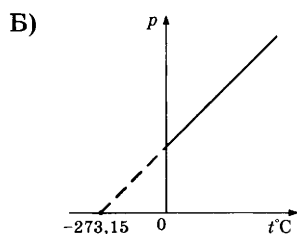
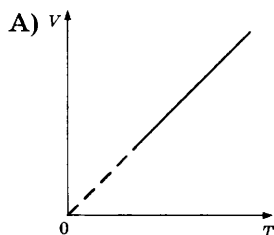


Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Напряжение	Мощность	Сила тока

18. Установите соответствие между графиками процессов в идеальном газе и формулами, которыми они описываются ( $p$  — давление,  $V$  — объем,  $T$  — абсолютная температура,  $t$  — температура по шкале Цельсия). Установите соответствие между графиками А и Б и перечисленными ниже формулами.

### 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)  $p_t = p_0 \alpha T$ ,  $V = \text{const}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

19. Чему равно число нуклонов и протонов в ядре-продукте  $X$ , в которое превращается ядро кобальта  ${}_{27}^{60}\text{Co}$  при осуществлении электронного  $\beta$ -распада?

Ответ:

Число нуклонов	Число протонов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. 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:

21. Как изменяются давление, объем, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении процесса изохорного охлаждения воздуха?

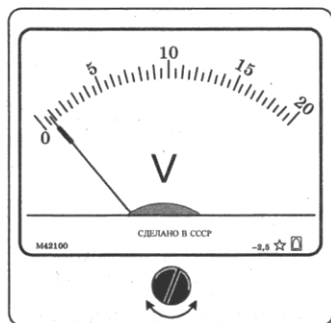
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Объем	Температура	Внутренняя энергия

22. 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.

Ответ: \_\_\_\_\_ В; \_\_\_\_\_ В

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

23. При пропускании постоянного тока через катушку вокруг нее 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 железный стержень
- 2) если убрать магнитную стрелку
- 3) если убрать железный стержень и магнитную стрелку
- 4) если выключить электрический ток в катушке

Ответ:

24. Годичный параллакс звезды Сириус равен  $p = 0,375''$ . Вычислите расстояние (в световых годах и парсеках) от Земли до Сириуса. Радиус земной орбиты  $R = 1,5 \cdot 10^{11}$  м. Результаты вычислений запишите в стандартном виде с двумя значащими цифрами.

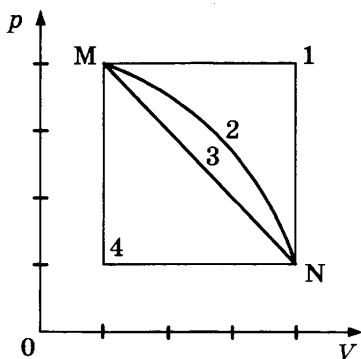
Ответ: \_\_\_\_\_ св. года; \_\_\_\_\_ пк.

## 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Переход газа из состояния N в состояние M (см. рисунок) совершается различными способами: 1, 2, 3, 4.

При каком способе работа над газом максимальна?

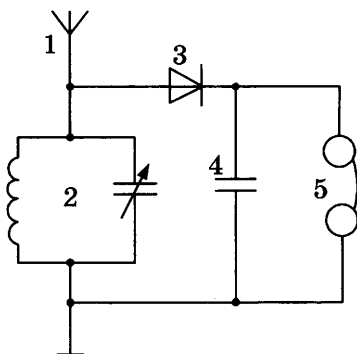


Ответ: \_\_\_\_\_

26. 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

27. На рисунке изображена схема детекторного приемника. С помощью какого элемента приемника производится прием 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 четко 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**

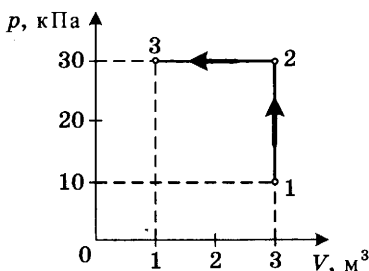
$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	7	9	11	12	13	14	15	16
$p, \text{ гПа}$	10	11	13	14	15	16	17	18
$\rho, \text{ г/м}^3$	7,7	8,8	10,0	10,7	11,4	12,11	12,8	13,6

$t, \text{ }^{\circ}\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек массой  $70\text{ кг}$  движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. Каков радиус круговой траектории, если в верхней точке сила давления человека на сиденье тележки равна  $700\text{ Н}$  при скорости движения тележки  $10\text{ м/с}$ ? Ускорение свободного падения принять равным  $10\text{ м/с}^2$ .

30. На диаграмме представлены изменения давления и объема 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  $4 \cdot 10^{-4}$  Тл перпендикулярно линиям индукции этого поля и движется по окружности радиуса  $R = 10$  мм. Вычислите скорость электрона.

# ВАРИАНТ 14

## Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ 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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Зависимость координаты  $x$  тела от времени  $t$  имеет вид  $x = 1 + 2t + 3t^2$ . Чему равна проекция скорости тела на ось  $Ox$  в момент времени  $t = 3$  с при таком движении?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

2. Чему равна жесткость пружины динамометра, которая при подвешивании гири массой 5 кг растянулась на 10 см?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н/м

3. Атом водорода массой  $m$ , движущийся со скоростью  $\vec{v}$  относительно Земли, сталкивается с таким же атомом, движущимся в той же системе отсчета со скоростью  $-\vec{v}$ . Каким суммарным импульсом обладают два атома в момент столкновения? Взаимодействие атомов с другими телами пренебрежимо мало.

Ответ: \_\_\_\_\_



4. Для измерения плотности жидкости изготовлен прибор из стеклянной пробирки. Пробирка частично заполнена песком для сохранения вертикального положения в жидкости. В воде пробирка плавает при погружении в воду на 9 см, в неизвестной жидкости глубина погружения равна 10 см. Какова плотность этой жидкости?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг/м<sup>3</sup>

5. Тело движется прямолинейно. Эксперимент по изучению зависимости координаты тела от времени завершился написанием формулы:

$$x = 1 + 4t - 2t^2.$$

В результате сравнения этой формулы с общей формулой для расчета координаты тела были сделаны некоторые утверждения. Но в предложенном ниже перечне утверждений только три правильных. Укажите их номера.

- 1) Движение тела равноускоренное.
- 2) Движение тела равнозамедленное.
- 3) Значения проекции начальной скорости на ось  $Ox$   
 $v_{0x} = 4$  м/с.
- 4) Значения проекции ускорения на ось  $Ox$   
 $a_x = -2$  м/с<sup>2</sup>.
- 5) Проекция скорости тела на ось  $Ox$  в момент времени  $t = 1$  с при таком движении равна 0 м/с.

Ответ:

6. Брусok движется равномерно вверх по поверхности наклонной плоскости. Выберите из списка пункты, верно описывающие направление и модуль силы трения, действующей на брусok:

- 1) перпендикулярно поверхности наклонной плоскости
- 2) вертикально вниз
- 3) против направления вектора скорости

- 4) вертикально вверх
- 5) пропорционален силе нормального давления
- 6) обратно пропорционален силе нормального давления

Номера выбранных пунктов запишите в соответствующие столбцы таблицы.

Направление вектора	Модуль вектора

7. 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)  $F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$

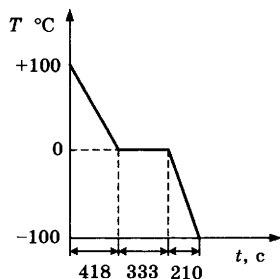
4)  $v = \frac{s}{t}$

5)  $v = at$

Ответ:

А	Б

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 теплоемкость жидкой воды.

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж/(кг · °С)

9. Идеальная тепловая машина с КПД 20 % за цикл работы отдает холодильнику 80 Дж. Какую полезную работу машина совершает за цикл?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

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)

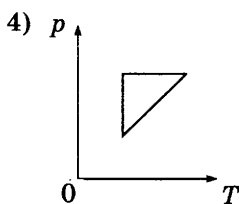
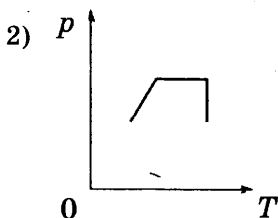
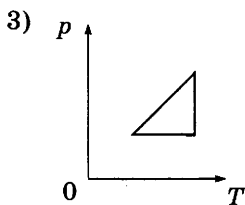
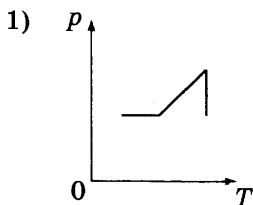
11. Если тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью, то равнодействующая всех приложенных к нему сил

- 1) не равна нулю, постоянна по модулю и направлению
- 2) не равна нулю, постоянна по модулю, но ее направление изменяется со временем
- 3) равна нулю
- 4) равна нулю или постоянна по модулю и направлению

Какое из приведенных выше утверждений верно?

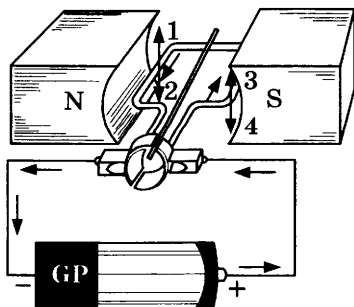
Ответ:

12. Идеальный газ сначала нагревался при постоянном объеме, потом его объем 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. На рисунке показана схема электродвигателя постоянного тока. Какими стрелками обозначены на схеме силы магнитного поля, действующие на виток обмотки якоря?

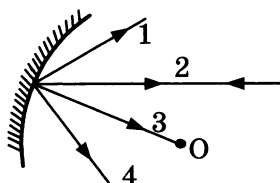


Ответ: \_\_\_\_\_

14. 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?

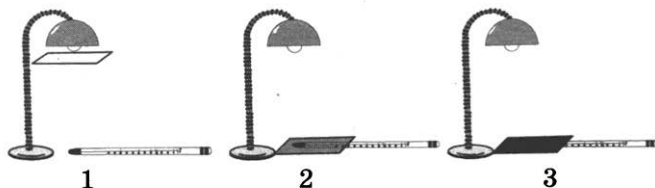
Ответ: \_\_\_\_\_ В

15. Луч света падает на зеркальную поверхность цилиндра, ось цилиндра проходит через точку O (см. рисунок). В каком направлении пойдет отраженный луч?



Ответ:

16. 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 измерит температуру воздуха?

- 1) в первом
- 2) во втором
- 3) в третьем

- 4) опыты 1–3 дадут примерно один и тот же результат
- 5) нужно убрать лист бумаги в опыте 1, чтобы «Солнце» беспрепятственно освещало термометр
- Из приведенных выше утверждений выберите верное.

Ответ:

17. К гальваническому элементу была подключена электрическая лампа. Что произойдет 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:

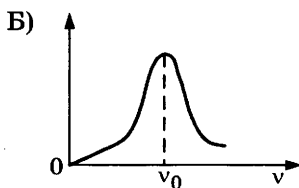
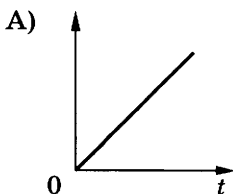
- 1) увеличение
- 2) уменьшение
- 3) неизменность

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

18. 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 объема 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

19. При высоких температурах возможен синтез ядер гелия из ядер изотопов водорода:

${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + X$ . Чему равно число нуклонов и нейтронов в частице  $X$ , которая освобождается при осуществлении такой реакции?

Ответ:

Число нуклонов	Число нейтронов

*В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.*

20. 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
- 2) точно 250
- 3) примерно 250
- 4) примерно 750

Ответ:

21. Как изменяются давление, температура и внутренняя энергия воздуха при осуществлении процесса изотермического сжатия воздуха?

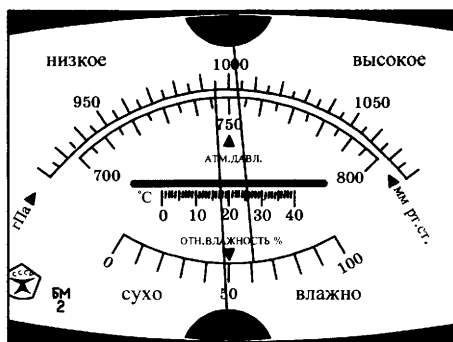
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Температура	Внутренняя энергия

22. На рисунке показана шкала универсального прибора, измеряющего величину атмосферного давления, температуру и влажность.



Снимите показания барометра с учетом погрешности измерений. Примите, что погрешность измерения данного барометра равна цене деления его шкалы.

Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) гПа

В бланк ответов №1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.



23. 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:

24. Выберите из списка планет Солнечной системы планеты-гиганты.

- 1) Венера
- 2) Земля
- 3) Марс
- 4) Меркурий
- 5) Нептун
- 6) Сатурн
- 7) Уран
- 8) Юпитер

Ответ:

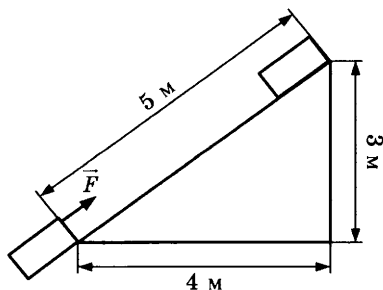
## Часть 2

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 приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25. Идеальный газ получил количество теплоты 300 Дж, и при этом внутренняя энергия газа увеличилась на 100 Дж. Чему равна работа, совершенная газом?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

26. 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  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .



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 четко 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 температуре стакана 7 °С. Изменилась ли относительная влажность воздуха?

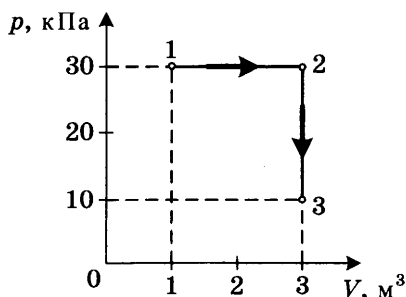
**Давление и плотность насыщенного  
водяного пара при различной температуре**

$t, ^\circ\text{C}$	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, расчеты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

29. В аттракционе человек движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью должна двигаться тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 6,4 м, чтобы в этой точке сила давления человека на сиденье тележки была равна 0 Н? Ускорение свободного падения  $10 \text{ м/с}^2$ .
30. На графике представлены изменения давления и объема 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  $1,67 \cdot 10^{-5} \text{ Тл}$ , 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  ${}^1_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + X$ .  
Используя таблицы в начале книги и таблицу масс атомных ядер, вычислите энергию, освобождающуюся при осуществлении этой ядерной реакции.

### Массы атомных ядер

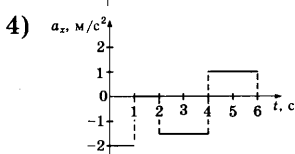
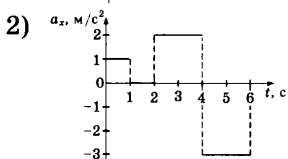
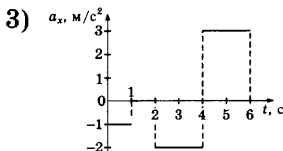
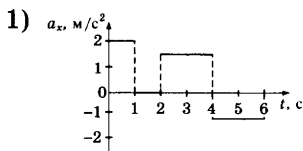
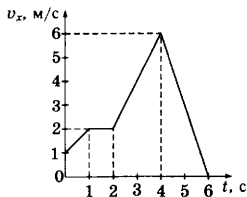
Атом- ный номер	Название элемента	Символ изотопа	Масса атомного ядра изотопа	
1	водород	${}^1_1\text{H}$	$1,6726 \cdot 10^{-27}$ кг	1,00727 а.е.м.
1	водород	${}^2_1\text{H}$	$3,3437 \cdot 10^{-27}$ кг	2,01355 а.е.м.
1	водород	${}^3_1\text{H}$	$5,0075 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01550 а.е.м.
2	гелий	${}^3_2\text{He}$	$5,0066 \cdot 10^{-27}$ кг	3,01493 а.е.м.
2	гелий	${}^4_2\text{He}$	$6,6449 \cdot 10^{-27}$ кг	4,00151 а.е.м.
13	алюми- ний	${}^{27}_{13}\text{Al}$	$44,7937 \cdot 10^{-27}$ кг	26,97441 а.е.м.
15	фосфор	${}^{30}_{15}\text{P}$	$49,7683 \cdot 10^{-27}$ кг	29,97008 а.е.м.

# РАЗБОР ВАРИАНТА 1

## Часть 1

1. На рисунке представлен график зависимости проекции  $v_x$  скорости автомобиля от времени  $t$ .

На каком графике проекция ускорения автомобиля в интервале времени (4–6) с представлена верно? В ответе укажите номер этого графика.



Ответ:

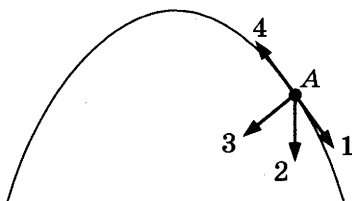
### Решение

По графику (см. верхний рисунок) определяем, что в интервале времени от 4 с до 6 с проекция скорости тела линейно убывала от 6 м/с до 0 м/с. Это было равнозамедленное движение. При таком движении проекция ускорения равна

$$a_x = \frac{0 \text{ м/с} - 6 \text{ м/с}}{2 \text{ с}} = -3 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 2

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 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 отсчета Земля? В ответе укажите номер соответствующей стрелки.



Ответ:

### Решение

В инерциальных системах отсчета любое изменение скорости тела — ускорение тела — происходит только в результате действия на него других тел.

Земля является инерциальной системой отсчета.

Тело, брошенное под некоторым углом к горизонтальной поверхности Земли, движется под действием силы тяжести, направленной перпендикулярно к поверхности Земли.

Из определения понятия силы следует, что направление вектора ускорения всегда совпадает с направлением вектора  $\vec{F}$  силы.

В рассматриваемом случае направление силы тяжести указано стрелкой 2, поэтому и вектор ускорения имеет направление 2.

Направление же вектора  $\vec{a}$  ускорения совпадает с направлением вектора  $\vec{v}$  скорости тела только в том случае, если направление вектора  $\vec{v}$  совпадает с направлением вектора  $\vec{F}$  силы. В данном случае направления векторов скорости и силы тяжести не совпадают.

**Ответ: 2**

3. Человек массой 50 кг прыгает из неподвижной лодки массой 100 кг на берег с горизонтальной скоростью 3 м/с относительно лодки. С какой скоростью движется лодка относительно земли после прыжка человека, если сопротивление воды движению лодки пренебрежимо мало?

**Ответ:** \_\_\_\_\_ м/с

**Решение**

Из закона сохранения импульса следует:

$$(m + M) \cdot 0 = mv - MV \Rightarrow V = mv/M = (50 \cdot 3)/100 = 1,5 \text{ м/с.}$$

**Ответ: 1,5 м/с**

4. Чему равен вес человека в воде с учетом действия силы Архимеда? Объем человека  $V = 50 \text{ дм}^3$ , плотность тела человека  $1036 \text{ кг/м}^3$ .

**Ответ:** \_\_\_\_\_ Н

**Решение**

Очевидно, что вес человека в воде (сила давления на воображаемую неподвижную опору рассматриваемого человека, стоящего неподвижно на этой опоре) меньше силы тяжести на силу Архимеда:

$$P_{\text{вод}} = F_{\text{тяж}} - F_{\text{А}}$$

Сила тяжести человека равна:

$$F_{\text{тяж}} = \rho_{\text{чел}} Vg = 1036 \cdot 0,05 \cdot 10 \text{ Н} = 518 \text{ Н}$$



Сила Архимеда, действующая на человека, находящегося внутри чистой воды, равна:

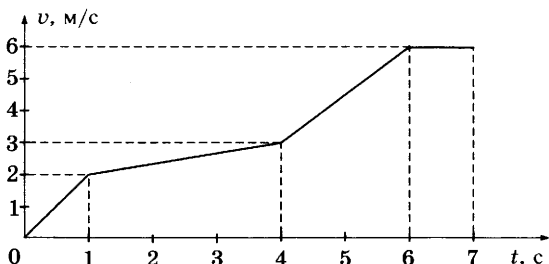
$$F_A = \rho_{\text{воды}} Vg = 1000 \cdot 0,05 \cdot 10 \text{ Н} = 500 \text{ Н}$$

Вес человека в воде равен:

$$P_{\text{вод}} = F_{\text{тяж}} - F_A = 518 \text{ Н} - 500 \text{ Н} = 18 \text{ Н}$$

**Ответ:** 18 Н

5. В эксперименте получен график зависимости модуля скорости прямолинейно движущегося тела от времени. Анализируя график, выберите из приведенных ниже утверждений **три** правильных и укажите их номера.



- 1) Скорость тела за 6 секунд изменилась от 0 м/с до 6 м/с.
- 2) Тело двигалось равноускоренно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 секунд.
- 3) Тело двигалось равнозамедленно в течение первых 6 секунд и не двигалось в интервале от 6 до 7 секунд.
- 4) В интервале времени 4–6 секунд скорость увеличивалась, тело двигалось с постоянным ускорением.
- 5) Ускорение тела на пятой секунде движения равно  $1,5 \text{ м/с}^2$ .

Ответ:

### **Решение**

В интервале времени от 0 с до 6 с график зависимости скорости от времени состоит из прямых линий, наклоненных по отношению к оси абсцисс, следовательно, скорость увеличивается прямо пропорционально времени движения. Движение равноускоренное.

В интервале времени от 6 с до 7 с график зависимости скорости от времени является прямой линией, параллельной оси абсцисс, следовательно, скорость остается постоянной. Движение равномерное.

Ускорение равноускоренного движения в любой момент времени можно найти как отношение изменения скорости  $\Delta v$  к интервалу времени  $\Delta t$ , за который произошло это изменение:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Ускорение в интервале времени 4–6 секунд равно:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6 \text{ м/с} - 3 \text{ м/с}}{6 \text{ с} - 4 \text{ с}} = 1,5 \text{ м/с}^2$$

**Ответ: 145**

6. Гирия массой 2 кг подвешена на тонком шнуре длиной 5 м. Если ее отклонить от положения равновесия, а затем отпустить, она совершает свободные колебания, как математический маятник. Что произойдет с периодом колебаний гири, максимальной потенциальной энергией гири и частотой ее 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 номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период	Частота	Максимальная потенциальная энергия гири

**Решение**

При малом изменении небольшой амплитуды колебаний математического маятника период и частота колебаний не изменяются. Максимальная потенциальная энергия гири при увеличении начального отклонения увеличивается.

**Ответ: 331**

7. Материальная точка движется со скоростью  $\bar{v}$  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**

- А) координата точки
- Б) модуль пути, пройденного за время  $t$  со скоростью  $\bar{v}$

**ФОРМУЛЫ**

- 1)  $s = vt$
- 2)  $s = v_0t + \frac{at^2}{2}$
- 3)  $x = x_0 - vt$
- 4)  $x = x_0 + vt$

Ответ:

А	Б

### Решение

При равномерном прямолинейном движении материальной точки вдоль оси координат  $OX$ , совпадающей с направлением вектора скорости  $\vec{v}$ , координата  $x$  точки в любой момент времени  $t$  определяется уравнением

$$x = x_0 + vt,$$

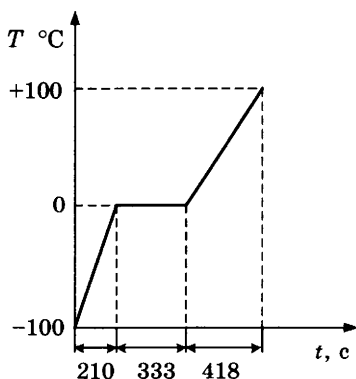
где  $x_0$  — координата точки в начальный момент времени.

Путь  $s$ , пройденный за время  $t$  при равномерном прямолинейном движении со скоростью  $\vec{v}$ , определяется уравнением

$$s = vt$$

**Ответ: 41**

8. На графике представлено, как изменялась с течением времени температура  $0,1$  кг воды, находившейся в начальный момент в кристаллическом состоянии при температуре  $-100$  °С, при постоянной мощности теплопередачи  $100$  Вт.



По графику на рисунке определите, в течение какого времени внутренняя энергия воды повышалась.

Ответ: \_\_\_\_\_ с

### Решение

График показывает, что температура льда непрерывно повышалась и через 210 секунд достигла значения  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, кинетическая энергия молекул твердой воды (льда) повысилась.

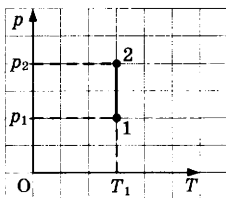
Затем 333 секунды льду передавалось каждую секунду количество теплоты 100 Дж, но температура тающего льда и образующейся при этом воды не изменилась ни на один градус. Полученное в течение 333 секунд от нагревателя количество теплоты 33 300 Дж вызвало превращение воды из кристаллического состояния в жидкое состояние. Эта энергия была израсходована на разрыв прочных связей молекул воды в кристалле, на увеличение расстояния между молекулами, т. е. на увеличение потенциальной энергии их взаимодействия.

После того как за 333 секунды весь лед расплавился, начался процесс нагревания жидкой воды. Температура жидкой воды за 418 секунд повысилась на  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , т. е. кинетическая энергия воды увеличилась.

Так как внутренней энергией в термодинамике называется сумма кинетической энергии всех молекул и атомов тела и потенциальной энергии их взаимодействия, то можно сделать вывод, что внутренняя энергия воды повышалась на протяжении всего эксперимента в течение 961 секунды.

**Ответ:** 961 с

9. Идеальный газ в некотором процессе, показанном на графике, совершил работу 300 Дж. Какое количество теплоты было передано газу?



**Ответ:** \_\_\_\_\_ Дж

### *Решение*

Внутренняя энергия идеального газа определяется только температурой:  $U = \frac{3}{2} NkT$ . При изотермическом процессе температура газа не изменяется, поэтому изменение внутренней энергии равно нулю:  $\Delta U_T = 0$  (1).

Так как по условию задачи газ совершил работу, то для ее решения первый закон термодинамики возьмем в виде:  $\Delta U = Q - A$ , где  $\Delta U$  — изменение внутренней энергии идеального газа,  $Q$  — количество теплоты, переданное газу,  $A$  — работа, совершенная газом.

С учетом выражения (1) первый закон термодинамики для изотермического процесса запишем как  $Q_T = A_T$ .

Отсюда следует, что в данном изотермическом процессе газу передано количество теплоты 300 Дж, за счет этого газ совершил работу 300 Дж. Внутренняя энергия газа не изменилась  $\Delta U_T = 0$ .

**Ответ:** 300 Дж

10. В закрытом помещении при температуре воздуха 40 °С конденсация паров воды на стенке стакана с водой начинается при охлаждении воды в стакане до 16 °С.

Чему будет равна точка росы в этом помещении, если весь воздух помещения охладить до 20 °С?

**Ответ:** \_\_\_\_\_ °С

### *Решение*

Поскольку по условию задачи помещение закрытое, то состав воздуха при его охлаждении не изменится. Это означает, что количество водяных паров и их парциальное давление останутся прежним. Следовательно, останется прежним и значение температуры начала конденсации — значение точки росы.

Таким образом, если в данном закрытом помещении весь воздух охладить от  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , точка росы останется равной  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Ответ:**  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$

11. Разноименные 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 приведенных выше утверждений верно?

**Ответ:**

**Решение**

Разноименные электрические заряды притягиваются друг к другу вследствие того, что вокруг каждого электрического заряда существует электрическое поле, способное действовать на другие электрические заряды.

**Ответ:** 3

12. В физическом эксперименте в течение нескольких секунд было зафиксировано движение тела на горизонтальном и прямолинейном участке пути из состояния покоя. По данным эксперимента были построены графики (А и Б) зависимости от времени двух физических величин.

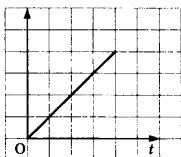
Каким физическим величинам, перечисленным в правом столбце, соответствуют графики А и Б?

К каждой позиции левого столбца подберите соответствующую позицию правого и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ГРАФИКИ**

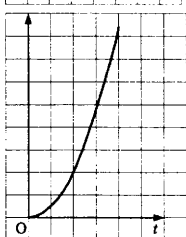
**ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

А)



- 1) скорость тела
- 2) ускорение тела
- 3) путь, пройденный телом
- 4) потенциальная энергия тела

Б)



Ответ:

А	Б

**Решение**

Ответ 4 исключается из верных, так как при движении на горизонтальном и прямолинейном участке пути положение центра масс над поверхностью земли не изменяется, следовательно, и потенциальная энергия тела  $mgh$  остается неизменной.

Ответ 2 исключается из верных, если предположить, что в данном эксперименте наблюдалось равноускоренное движение. Ускорение для равноускоренного движения — величина постоянная.

Чтобы убедиться в правильности сделанного предположения, построим графики зависимости проекции ско-

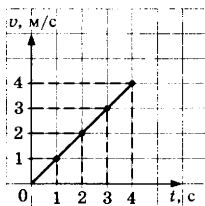


рости на горизонтальную ось  $Ox$  от времени и пути от времени для произвольно заданных начальных условий: наблюдения были проведены в течение 4 секунд, тело двигалось с ускорением  $1 \text{ м/с}^2$ .

Скорость равноускоренного движения из состояния покоя вычислим по формуле  $v = at$  :

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$v, \text{ м/с}$	0	1	2	3	4

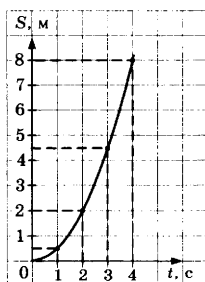
По данным таблицы построим график зависимости  $v = f(t)$



Путь равноускоренного движения из состояния покоя вычислим по формуле  $s = \frac{at^2}{2}$  :

$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4
$s, \text{ м}$	0	0,5	2	4,5	8

По данным таблицы построим график зависимости  $s = f(t)$



Построенные графики позволяют сделать вывод, что график А является графиком скорости, график Б является графиком пути, пройденного телом.

**Ответ:** 13

13. Положительно заряженная частица А движется перпендикулярно плоскости рисунка в направлении к наблюдателю. Точка Б находится в плоскости рисунка. Как направлен в точке Б (*вверх, вниз, вправо, влево, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор индукции магнитного поля, создаваемого движущейся частицей А? Ответ запишите словом (словами).



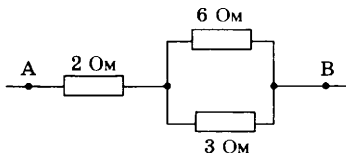
Ответ: \_\_\_\_\_

**Решение**

Движущуюся частицу с положительным зарядом можно рассматривать как электрический ток, направленный по вектору скорости частицы. Линии магнитной индукции вокруг проводника с током являются окружностями с центрами на оси проводника. Плоскости окружностей перпендикулярны проводнику — в этой задаче они совпадают с плоскостью рисунка. Направление векторов индукции магнитного поля электрического тока совпадает с касательными к линии магнитной индукции и определяется по следующему правилу: если смотреть по направлению движения положительного заряда, то векторы магнитной индукции направлены по часовой стрелке. Вектор индукции в точке Б направлен вверх.

Ответ: **вверх**

14. Чему равно напряжение на участке цепи АВ (см. рисунок), если сила тока через резистор сопротивлением 2 Ом равна 2 А?



Ответ: \_\_\_\_\_ В

### Решение

Вычислим сначала общее сопротивление  $r$  резисторов, включенных параллельно:

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 2 \text{ Ом}$$

Общее сопротивление трех резисторов равно:

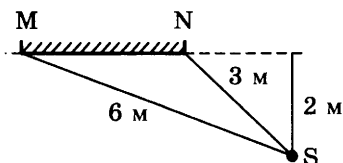
$$R = 2 \text{ Ом} + r = 2 \text{ Ом} + 2 \text{ Ом} = 4 \text{ Ом}$$

Напряжение на участке АВ равно:

$$U = IR = 2 \text{ А} \cdot 4 \text{ Ом} = 8 \text{ В}$$

**Ответ:** 8 В

15. Расположение плоского зеркала MN и источника света S представлено на рисунке. Каково расстояние от источника S до его изображения в зеркале MN?



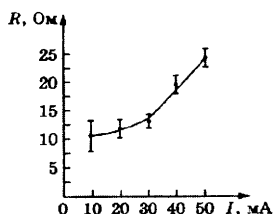
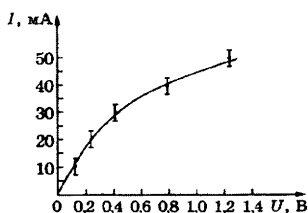
**Ответ:** \_\_\_\_\_ м

### Решение

Изображение источника света в плоском зеркале расположено симметрично относительно плоскости зеркала. Поэтому изображение в зеркале находится точно на таком же расстоянии от плоскости зеркала, на каком находится от нее источник света. Изображение в зеркале находится от источника света на вдвое большем расстоянии, чем источник света от зеркала, т. е. на расстоянии 4 м.

**Ответ:** 4 м

16. На графиках представлены результаты экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на концах нити электрической лампы и сопротивления нити лампы от силы тока.



Анализируя данные, ответьте на вопрос: что произошло с лампой в данном эксперименте? Выберите из приведенных ниже два утверждения, соответствующих результатам экспериментального исследования.

- 1) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к уменьшению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления  $R$  нити лампы — график  $R(I)$ .
- 2) Нить лампы нагревалась протекающим током, повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления  $R$  нити лампы — график  $R(I)$ .
- 3) Нелинейность зависимостей  $I(U)$  и  $R(I)$  объясняется слишком большой погрешностью измерений.
- 4) Полученные результаты противоречат закону Ома для участка цепи.
- 5) С возрастанием сопротивления нити лампы уменьшался ток через нить лампы — зависимость  $I(U)$ .

Ответ:

### Решение

Нить лампы нагревалась протекающим током. Повышение температуры металла нити привело к увеличению его удельного электрического сопротивления и возрастанию сопротивления нити лампы — зависимость  $R(I)$ . С возрастанием сопротивления  $R$  нити лампы уменьшался ток через нить лампы — зависимость  $I(U)$ .

**Ответ: 25**

17. К источнику постоянного тока была подключена одна электрическая лампа, электрическое сопротивление которой равно внутреннему сопротивлению источника тока. Что произойдет 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 номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила тока	Напряжение	Мощность

### Решение

При подключении к источнику постоянного тока одной электрической лампы, электрическое сопротивление  $R$  которой равно внутреннему сопротивлению  $r$  источника тока, сила тока  $I_1$  в цепи равна:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{\mathcal{E}}{2r}.$$

Напряжение  $U_1$  на выходе источника тока при этом равно:

$$U_1 = \mathcal{E} - I_1 r = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{2r} r = \frac{\mathcal{E}}{2}.$$

Мощность тока  $P_1$  на внешней цепи при этом равна:

$$P_1 = I_1 U_1 = \frac{\mathcal{E}}{2r} \cdot \frac{\mathcal{E}}{2} = \frac{\mathcal{E}^2}{4r}.$$

При подключении последовательно с первой лампой второй такой же лампы сила тока  $I_2$  в цепи равна:

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{2R+r} = \frac{\mathcal{E}}{3r}.$$

Напряжение  $U_2$  на выходе источника тока при этом равно:

$$U_2 = \mathcal{E} - I_2 r = \mathcal{E} - \frac{\mathcal{E}}{3r} r = \frac{2\mathcal{E}}{3}.$$

Мощность тока  $P_2$  на внешней цепи при этом равна:

$$P_2 = I_2 U_2 = \frac{\mathcal{E}}{3r} \cdot \frac{2\mathcal{E}}{3} = \frac{2\mathcal{E}^2}{9r} = \frac{\mathcal{E}^2}{4,5r}.$$

В результате получаем:

$$I_2 < I_1, U_2 > U_1, P_2 < P_1.$$

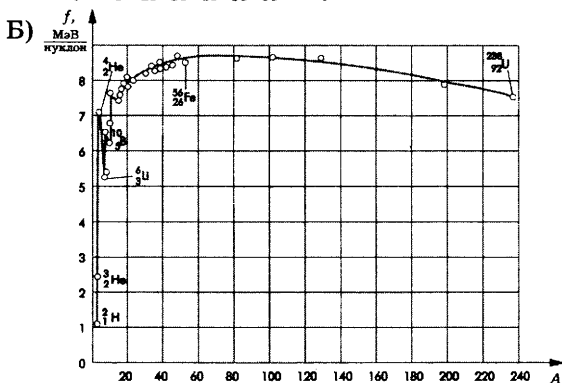
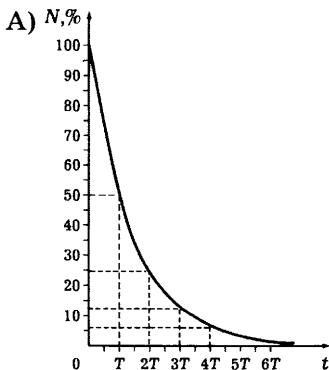
**Ответ: 212**

18. 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

### *Решение*

На графике А показана зависимость числа радиоактивных ядер от времени — закон радиоактивного распада.

На графике Б показана зависимость удельной энергии связи нуклонов в атомных ядрах от массового числа ядра.

**Ответ: 13**

19. Чему равно число протонов и нейтронов в изотопе водорода трития?

Ответ:

Число протонов	Число нейтронов

### *Решение*

Изотоп водорода тритий  ${}^3_1\text{H}$  состоит из трех нуклонов: одного протона и двух нейтронов.

**Ответ: 12**

20. При освещении металлической пластины монохроматическим светом с частотой  $\nu$  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  $2\nu$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ

### *Решение*

При фотоэффекте связь между частотой  $\nu$  поглощенного фотона света, работой выхода  $A$  электрона и максимальной кинетической энергией выбиваемых электронов  $E_{\text{макс}}$  дается уравнением Эйнштейна:

$$h\nu = A + E_{\text{макс}}$$



Из уравнения для фотоэлектрического эффекта следует, что максимальная кинетическая энергия  $E_{\text{макс1}}$  выбиваемых электронов в первом случае связана с частотой света  $\nu$  уравнением:

$$E_{\text{макс1}} = h\nu - A = 2 \text{ эВ.}$$

Во втором случае имеем уравнение:

$$E_{\text{макс2}} = 2h\nu - A = h\nu + h\nu - A = h\nu + 2 \text{ эВ.}$$

Из первого уравнения следует:

$$h\nu = 2 \text{ эВ} + A,$$

поэтому

$$E_{\text{макс2}} = 2 \text{ эВ} + A + 2 \text{ эВ} = 4 \text{ эВ} + A > 4 \text{ эВ.}$$

**Ответ:**  $E_{\text{макс2}} > 4 \text{ эВ}$

21. При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса объем воздуха уменьшился. Как изменяются при этом давление, температура и внутренняя энергия воздуха?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Запишите в таблицу номера верных ответов для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление	Температура	Внутренняя энергия

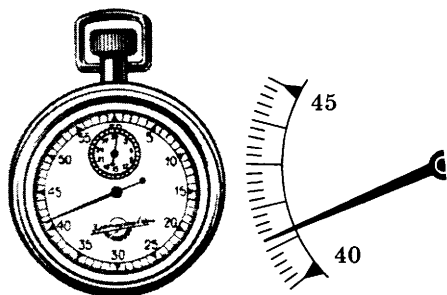
**Решение**

При очень медленном движении поршня в цилиндре закрытого воздушного насоса поддерживается процесс теплового равновесия воздуха в цилиндре насоса со стенками цилиндра и окружающей средой, поэтому тем-

пература воздуха не изменяется. При изотермическом процессе произведение давления газа на его объем остается неизменным, поэтому при уменьшении объема воздуха его давление увеличивается. При изотермическом процессе внутренняя энергия не изменяется.

**Ответ:** 133

22. На рисунке представлен секундомер, справа от него дано увеличенное изображение части шкалы и стрелки. Стрелка секундомера делает полный оборот за 1 минуту.



Запишите показания секундомера, учитывая, что погрешность измерения равна цене деления секундомера.

**Ответ:** ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) с

**Решение**

Цена деления шкалы секундомера равна 0,2 с. Верный ответ (41,2  $\pm$  0,2) с.

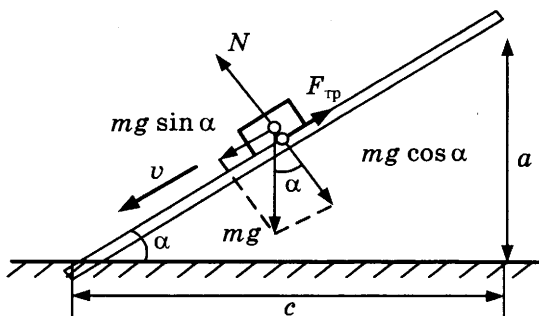
**Ответ:** (41,2  $\pm$  0,2) с

23. В эксперименте была поставлена задача определить ускорение бруска при скольжении вниз по наклонной плоскости длиной  $l$  (1).

Сначала была получена формула для расчета ускорения:

$$a = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m} = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$$

Затем был исполнен подробный рисунок с размерами наклонной плоскости  $a$  (2),  $c$  (3) и положением векторов сил и их проекций.



Значение коэффициента трения  $\mu$  (4) дерева по дереву экспериментатор взял из справочных данных. Сила трения  $F_{\text{тр}}$  (5) и сила тяжести  $mg$  (6) были измерены динамометром.

Какими из помеченных цифрами величин достаточно воспользоваться, чтобы определить ускорение бруска?

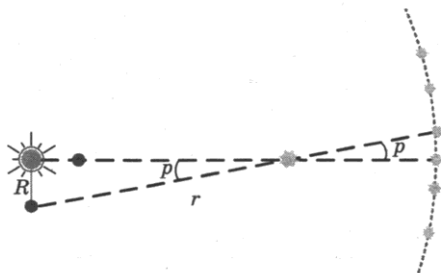
Ответ: \_\_\_\_\_

### Решение

Ускорение можно найти, зная коэффициент трения  $\mu$ , размеры  $a$ ,  $c$ ,  $l$  наклонной плоскости и вычислив значения  $\cos \alpha = c/l$  и  $\sin \alpha = a/l$ .

Ответ: 1234

24. Годичным параллаксом называется угол  $p$  максимального кажущегося смещения звезды на небе в результате годичного движения Земли. Угол  $p$  это угол, под которым виден средний радиус земной орбиты со звезды (см. рисунок). Вычислите расстояние до звезды  $\alpha$  Центавра, годичный параллакс которой равен  $p = 0,762''$ . Радиус земной орбиты  $R = 1,5 \cdot 10^{11}$  м. Полученный результат выразите в парсеках, 1 парсек (пк) =  $3,086 \cdot 10^{16}$  м. Результат вычислений запишите в стандартном виде с двумя значащими цифрами.



Ответ: \_\_\_\_\_ пак

### Решение

«Посмотрим» на радиус  $R$  земной орбиты со звезды и примем, что радиус  $R$  земной орбиты примерно равен длине дуги окружности радиусом  $r$ , равным расстоянию до звезды. Если дуга окружности радиусом  $r$  стягивает угол в  $0,762''$ , то длина дуги  $R$  равна:

$$R = \frac{2\pi r \cdot 0,762}{360 \cdot 60 \cdot 60} \approx \frac{r}{270\,689}.$$

Расстояние  $r$  до звезды с годичным параллаксом  $p = 0,762''$  равно:

$$\begin{aligned} r &\approx R \cdot 270\,689 \approx 1,5 \cdot 10^{11} \cdot 270\,689 \approx \\ &\approx 4,1 \cdot 10^{16} \text{ м} \approx \frac{4,1 \cdot 10^{16}}{3,086 \cdot 10^{16}} \approx 1,3 \text{ пак.} \end{aligned}$$

Ответ: 1,3 пак

## Часть 2

25. 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

### Решение

По первому закону термодинамики

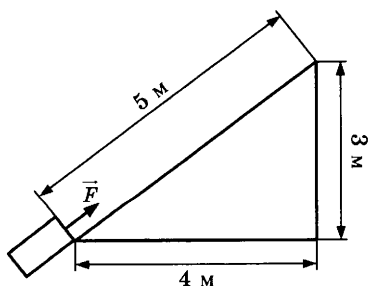
$$\Delta U = Q - A', \quad Q = \Delta U + A',$$

$$Q = 300 \text{ Дж} + 300 \text{ Дж} = 600 \text{ Дж}.$$

Ответ: 600 Дж

26. 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  $\vec{F}$ ?

Ускорение свободного падения примите равным  $10 \text{ м/с}^2$ , коэффициент трения  $\mu = 0,5$ .



Ответ: \_\_\_\_\_ Дж

### Решение

Работа силы  $\vec{F}$  на прямолинейном отрезке траектории длиной  $l$  равна произведению модуля силы  $\vec{F}$  на пройденный путь  $l$  и на косинус угла  $\alpha$  между вектором  $\vec{F}$  силы и вектором  $\vec{v}$  скорости:  $A = Fl\cos\alpha$ . Вектор силы  $\vec{F}$  при перемещении совпадал с направлением вектора скорости,  $\alpha = 0$ ,  $\cos\alpha = 1$ . Работа равна  $A = 30 \text{ Н} \cdot 5 \text{ м} = 150 \text{ Дж}$ .

**Ответ:** 150 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

### Решение

Амплитуда колебаний полного напряжения в последовательной цепи с элементами  $R$ ,  $C$ ,  $L$  равна:

$$U = \sqrt{(U_L - U_C)^2 + U_R^2} = \sqrt{(12 - 8)^2 + 3^2} = 5 \text{ В}.$$

**Ответ:** 5 В

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

**Решение**

<b>№ этапа</b>	<b>Содержание этапа решения</b>	<b>Оценка этапа в баллах</b>
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре <math>12^\circ\text{C}</math>. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре <math>12^\circ\text{C}</math>, из таблицы <math>p = 14 \text{ гПа}</math>.</p> <p>Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре <math>23^\circ\text{C}</math> равно <math>28 \text{ гПа}</math>.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение:</p> $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{14 \text{ гПа}}{28 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	<p>Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.</p>	1
	<b>Максимальный балл</b>	<b>3</b>

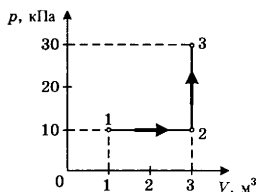
29. В аттракционе человек массой 70 кг движется на тележке по рельсам и совершает «мертвую петлю» в вертикальной плоскости. С какой скоростью движется тележка в верхней точке круговой траектории радиусом 5 м, если в этой точке сила давления человека на сиденье тележки равна 700 Н? Ускорение свободного падения принять равным  $10 \text{ м/с}^2$ .

*Решение*

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.	$ma = mg + F \quad (1)$	1
	Сила $N$ давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F  \quad (2)$	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R \quad (3)$	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:	$v = \sqrt{aR} =$ $= \sqrt{\left(g + \frac{N}{m}\right)R}$ $v = 10 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3



30. На диаграмме представлены изменения давления и объема идеального одноатомного газа. Какое количество теплоты было получено или отдано газом при переходе из состояния 1 в состояние 3?



**Решение**

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу $A'$ . По первому закону термодинамики:	$\Delta U = Q - A'$	1
	Переданное газу количество теплоты $Q$ равно сумме изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A'$ , совершенной газом:	$Q = \Delta U + A',$ $Q = U_3 - U_1 + A'$	
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:  Работа $A'$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1,$ $U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3,$  $A' = p_1 \Delta V$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Положительное значение величины $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 14 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	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.

*Решение*

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ , сила тока в цепи равна:  Отсюда внутреннее сопротивление аккумулятора равно:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ $I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 12 \text{ А}$ $r = \frac{\mathcal{E}}{12} \text{ Ом}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} =$ $= \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{12}} = 2 \text{ А}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Отсюда получаем:	$\varepsilon = 2 \cdot 5 + 2 \frac{\varepsilon}{12},$ $5\varepsilon = 60 \text{ В},$ $\varepsilon = 12 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

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 еще виден рыбам на этой глубине? Относительный показатель преломления света на границе воздух-вода равен 1,33.

*Решение*

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Максимальный угол $\alpha$ падения луча света из воздуха в воду равен $90^\circ$ , соответствующий ему угол преломления $\beta$ определяется по известному значению относительного показателя преломления $n$ воды:	$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$	1
	Отсюда находим максимальное значение угла преломления:	$\sin \beta = \frac{\sin \alpha}{n} = \frac{1}{n}$	
2	Рисунок, поясняющий решение:		1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Максимальное расстояние $a$ , на котором виден комар на глубине $h$ , равно:	$a = \frac{h}{\cos \beta} =$ $= \frac{h}{\sqrt{1 - (\sin \beta)^2}} =$ $= \frac{hn}{\sqrt{n^2 - 1}}$ $a \approx 3,0 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

# ОТВЕТЫ

## Вариант 2

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2 м/с <sup>2</sup>	7	54	13	2	19	146; 238
2	1 Дж	8	в 100 раз	14	7 мин	20	в 3600 раз
3	в 2 раза	9	30 %	15	1032 м	21	33
4	10 м	10	798 м <sup>3</sup>	16	3	22	(20,5±0,1) мм
5	145	11	3	17	32	23	3
6	4 6 11	12	14	18	12	24	18

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	$2,72 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}^2$
26	$4,74 \cdot 10^{20} \text{ К}$
27	$1,5 \cdot 10^{-4} \text{ Кл}$

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Точка росы — это температура начала конденсации водяного пара.</p> <p>Относительную влажность воздуха <math>\phi</math> можно найти из выражения <math>\phi = \frac{p}{p_0}</math>,</p> <p>где <math>p</math> — давление насыщенного водяного пара при температуре, равной точке росы,  <math>p_0</math> — давление насыщенного водяного пара при температуре, равной температуре воздуха в комнате.</p> <p>По данным задачи <math>\phi = \frac{p}{p_0} = 100\% = 1</math>. Отсюда следует, что <math>p = p_0</math> (1).</p>	1
2	<p>Из выражения (1) следует, что при стопроцентной относительной влажности давление насыщенного водяного пара при температуре, равной точке росы, совпадает с давлением насыщенного водяного пара при температуре, равной температуре воздуха в комнате.</p> <p>Точка росы равна 60 °С.</p>	1
3	<p>Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разном давлении водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.</p>	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	В радиусах $R$ Земли радиус орбиты стационарного спутника равен: Период стационарного спутника равен:	$r = xR$ $T = 24 \cdot 3600 \text{ с}$ $(1)$	1
2	Скорость спутника на круговой орбите удовлетворяет условию: Скорость спутника на круговой орбите удовлетворяет также другому условию:	$\frac{mv^2}{r} = G \frac{mM}{r^2} \Rightarrow v^2 = G \frac{M}{r}$ $(2)$ $v = \frac{2\pi r}{T}$ $(3)$	1
3	Из выражений (2) и (3) следует: В радиусах Земли (1) радиус стационарного спутника равен:	$\frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = G \frac{M}{r}, \quad r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4\pi^2}}$ $r = \sqrt[3]{\frac{6,7 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 24^2 \cdot (3,6)^2 \cdot 10^6}{4 \cdot 10}} \approx 4,2 \cdot 10^7 \text{ м}$ $x \approx \frac{4,2 \cdot 10^7}{6371 \cdot 10^3} \approx 6,6 \approx 7, \quad r \approx 7R$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Свет частично отражается от поверхности пленки и частично отражается от поверхности воды. Максимум в отраженном свете наблюдается в том случае, если разность хода при отражениях от этих поверхностей равна целому числу длин волн: Оптическая толщина пленки равна:	$\Delta = k\lambda$ $\Delta_1 = 2nd$	1
2	Так как потеря полуволны происходит только на границе раздела воздух-масло, то разность хода при отражениях от двух поверхностей равна:	$\Delta = \Delta_1 - \lambda/2$	1
3	Условие максимума в отраженном свете: Отсюда минимальная толщина пленки при условии $k = 0$ равна:	$2nd - \lambda/2 = k\lambda$ $d = \frac{(2k + 1)\lambda}{4n}$ $d = \frac{\lambda}{4n}$ $d = \frac{588 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 1,47} \text{ м} = 10^{-7} \text{ м} = 0,1 \text{ мкм}$	1
		Максимальный балл	3



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:	$h\nu = A + E_k$	1
2	Записано выражение связи максимальной кинетической энергии фотоэлектрона с запирающим напряжением и условие красной границы фотоэффекта:	$E_k = eU$ $h\nu_0 = A$	1
3	Получено выражение для вычисления частоты и ответ в численном виде:	$\nu = \nu_0 + \frac{eU}{h}$ $\nu = 6 \cdot 10^{14} + \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3}{6,6 \cdot 10^{-34}} \approx 1,33 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход $\Delta E$ ядерной реакции синтеза ядер гелия из ядер дейтерия и трития вычислен по дефекту массы $\Delta m$ : $\Delta E = \Delta mc^2$		1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	<p>Найдем дефект массы <math>\Delta m</math> ядерной реакции:</p>	$\Delta m = m_{2\text{H}} + m_{3\text{H}} - m_{4\text{He}} - m_n,$ $\Delta m = 2,01355 \text{ а.е.м.} + 3,01550 \text{ а.е.м.} - 4,00151 \text{ а.е.м.} - 1,00866 \text{ а.е.м.} = 0,01888 \text{ а.е.м.}$ $\Delta m = 3,3437 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 5,0075 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 3,13 \cdot 10^{-29} \text{ кг}$	
2	<p>Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:</p>	$E \approx 0,01888 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 17,6 \text{ МэВ}$ <p>или</p> $\Delta E \approx 3,13 \cdot 10^{-29} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx 2,817 \cdot 10^{-12} \text{ Дж} \approx 17,6 \text{ МэВ}$	1
3	<p>Найдем число <math>N</math> ядер в 1 кг гелия: Умножив выход реакции на число ядер в 1 кг гелия, получим искомое количество энергии, освобождаемой при синтезе:</p>	$N = \frac{m}{m_{\text{я}}}, N \approx \frac{1 \text{ кг}}{6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг}} \approx 1,5 \cdot 10^{26}$ $E = \Delta E \cdot N \approx 2,817 \cdot 10^{-12} \cdot 1,5 \cdot 10^{26} \text{ Дж} \approx 4,2 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 3

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	0 м/с	7	21	13	2	19	00
2	4	8	в 100 раз	14	в 101 раз	20	780 Н
3	в 1,5 раза	9	40 Дж	15	11 см	21	23
4	500 с	10	480 м/с	16	3	22	(25,0 ± 0,1) °С
5	345	11	2	17	32	23	4
6	2 8 9	12	13	18	43	24	${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + e^+ + \nu,$ ${}^2_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{He} + \gamma,$ ${}^3_2\text{He} + {}^3_2\text{He} \rightarrow {}^4_2\text{He} + 2 {}^1_1\text{H}.$

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	$6 \cdot 10^{24}$ кг
26	5000 Дж
27	10 А

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Точка росы — это температура начала конденсации водяного пара.</p> <p>Относительную влажность воздуха <math>\varphi</math> можно найти из выражения <math>\varphi = \frac{p}{p_0}</math> (1),</p> <p>где <math>p</math> — давление насыщенного водяного пара при температуре, равной точке росы, <math>p_0</math> — давление насыщенного водяного пара при температуре, равной температуре воздуха в комнате.</p> <p><math>p</math> из выражения (1) равно: <math>p = \varphi \cdot p_0</math> (2).</p> <p>По данным таблицы, давление насыщенного пара при температуре 27 °С равно <math>p_0 = 36</math> гПа.</p>	1
2	<p>По данным задачи и выражению (2) найдем давление водяного пара, при котором начинается конденсация пара:</p> <p><math>p = 0,5 \cdot 36</math> гПа = 18 гПа</p> <p>По данным таблицы, точка росы равна 16 °С.</p>	1
3	<p>Поскольку по условию задачи помещение закрытое, то состав воздуха при изменении его температуры не изменится. Это означает, что количество водяных паров и их парциальное давление <math>p</math> останется прежним. Но так как давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшится, то относительная влажность увеличится.</p>	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Вес человека в воде меньше силы тяжести на силу Архимеда:	$P_{\text{вод}} = F_{\text{тяж}} - F_A$ (1)	1
2	Сила тяжести человека равна: Сила Архимеда, действующая на человека, находящегося внутри воды, равна	$F_{\text{тяж}} = mg$ $F_A = \rho_{\text{вод}} Vg$ (2) (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Вес человека в воде равен:	$P_{\text{вод}} = mg - \rho_{\text{вод}} Vg$ $P_{\text{вод}} = 51,8 \cdot 10 - 1000 \cdot 0,05 \cdot 10 \approx 18 \text{ Н}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Обозначим оптическую силу глаза $D_1$ , оптическую силу очков $D_2$ , расстояние от центра хрусталика до сетчатки глаза обозначим $f$ , расстояние до книги без очков $d_1$ , с очками $d_2$ . Тогда для случая чтения без очков по формуле линзы следует:	$D_1 = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{f}$ (1)	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Для случая чтения с очками:	$D_1 + D_2 = \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f}$ (2)	1
3	Из равенств 1 и 2 следует: Подставляя числовые значения $d_1$ и $d_2$ , получаем:	$D_2 = \frac{1}{d_2} - \frac{1}{d_1},$ $D_2 = \frac{1}{0,25} \text{ дптр} - \frac{1}{0,5} \text{ дптр} = 2 \text{ дптр}$	1
Максимальный балл			3

31

253

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Работа сил электрического поля, тормозящего движение фотоэлектронов, равна максимальной кинетической энергии фотоэлектронов: Уравнение Эйнштейна:	$eU_3 = \frac{m\nu_{\text{макс}}^2}{2}$ (1) $h\nu = A + \frac{m\nu_{\text{макс}}^2}{2}$ (2)	1
2	Из уравнения (2) с учетом выражения (1) следует:	$A = h\nu - \frac{m\nu_{\text{макс}}^2}{2} = h\nu - eU_3$ (3)	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Частота света равна:	$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{420 \cdot 10^{-9}} \approx 7,14 \cdot 10^{14} \text{ с}^{-1}.$	1
	Работа выхода равна:	$A = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 7,14 \cdot 10^{14} \text{ Дж} - 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 0,64 \text{ Дж} \approx 3,7 \cdot 10^{-19} \text{ Дж} \approx 2,3 \text{ эВ}.$	
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход $\Delta E$ ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Дефект массы $\Delta m$ ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = m_{27\text{Al}}^{13} + m_{2\text{He}}^4 - m_{30\text{P}}^{15} - m_{1\text{n}}^1$	1
2	Вычисляем дефект массы:	$\Delta m \approx 26,97441 + 4,00151 - 29,97008 - 1,00866 \approx -0,00282 \text{ (а.е.м.)}$ или $\Delta m \approx 44,7937 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 49,7683 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx -4,7 \cdot 10^{-30} \text{ кг}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции: Знак минус в ответе показывает, что ядерная реакция происходит с поглощением энергии.	$\Delta E \approx -0,00282 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx -2,6 \text{ МэВ}$ или $\Delta E \approx -4,7 \cdot 10^{-30} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx$ $\approx -4,23 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx -2,6 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3



## Вариант 4

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	0 м/с <sup>2</sup>	7	32	13	2	19	179
2	4000 Н	8	10 <sup>3</sup> м/с	14	в 101 раз	20	5 м/с <sup>2</sup>
3	в 1,5 раза	9	27 Дж	15	10	21	13
4	490 Н	10	6,2 · 10 <sup>-21</sup> Дж	16	2	22	(60 ± 1)°
5	124	11	2	17	13	23	3
6	3 8 10	12	23	18	14	24	24

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	750 Н
26	4,1 · 10 <sup>7</sup> Па
27	5,7 · 10 <sup>-2</sup> м

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Найдем плотность водяного пара: $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,1 \text{ г}}{0,01 \text{ м}^3} = 10 \text{ г/м}^3.$	1
2	Пар плотностью $10 \text{ г/м}^3$ , по данным таблицы, будет насыщенным при температуре $11^\circ \text{C}$ .	1
3	Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разном давлении водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При выстреле снаряда из летящего самолета в направлении его полета скорость $v_1$ снаряда относительно самолета такая же, как и при выстреле из неподвижного самолета		1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	<p>Скорость снаряда <math>\vec{v}_3</math> относительно земли по закону сложения скоростей равна скорости <math>v_1</math> снаряда относительно самолета плюс скорости <math>v_2</math> самолета относительно земли:</p> <p>Так как после выстрела скорости самолета и пули сонаправлены, из выражения (1) получаем выражение для модулей скоростей:</p>	$\vec{v}_3 = \vec{v}_1 + \vec{v}_2 \quad (1)$ $v_3 = v_1 + v_2 \quad (2)$	
2	<p>Модуль скорости <math>v_1</math> выразим через известную по условию задачи кинетическую энергию снаряда <math>E_{к1}</math>:</p> <p>Из выражений (1), (2) и (3) получаем:</p>	$v_1 = \sqrt{\frac{2E_{к1}}{m}}$ $v_3 = \sqrt{\frac{2E_{к1}}{m}} + v_2 =$ $= \sqrt{\frac{2 \cdot 10^6}{2}} + 500 = 1500 \text{ м/с} \quad (3)$	1
3	<p>Кинетическая энергия снаряда при выстреле из летящего самолета равна:</p>	$E_{к2} = \frac{mv_3^2}{2} = \frac{2 \cdot 1500^2}{2} =$ $= 2,25 \cdot 10^6 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Так как на мяч действует только сила тяготения со стороны Земли, к замкнутой системе «Земля-мяч» применим закон сохранения механической энергии. Изменение кинетической энергии мяча равно изменению его потенциальной энергии, взятому с противоположным знаком:</p>	$E_{к2} - E_{к1} = -(E_{п2} - E_{п1}) \quad (1)$	1
2	<p>Обозначим массу мяча <math>m</math> : Скорость <math>v_2</math> у поверхности Земли равна:</p>	$\frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = -(mgh_2 - mgh_1)$ $v_2^2 - v_1^2 = 2g(h_1 - h_2) \quad (2)$ $v_2 = \sqrt{2g(h_1 - h_2) + v_1^2} \quad (3)$	1
3	<p>Значение скорости мяча <math>v_2</math> у поверхности Земли равно:</p>	$v_2 = \sqrt{2 \cdot 10 \cdot 2,2 + 100} = \sqrt{144} = 12 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

31

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Условие первого максимума дифракционной решетки:	$d \sin \varphi = \lambda$	1
2	Значение синуса угла $\varphi$ по условию задачи равно: Постоянная решетки равна:	$\sin \varphi = \frac{a}{\sqrt{l^2 + a^2}}$ $d = \frac{1}{N}$ (мм)	1
3	Длина волны равна: Получение правильного числового значения длины волны:	$\lambda = \frac{a}{N \cdot \sqrt{l^2 + a^2}}$ $\lambda = \frac{0,09}{5 \cdot 10^5 \cdot \sqrt{(0,4)^2 + (0,09)^2}} \approx 4,39 \cdot 10^{-7} \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Масса продуктов деления равна произведению массы $m_n$ ядра урана на число $N$ ядер, испытавших деление за 1 сутки:	$m = m_n N$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	<p>Для определения числа <math>N</math> ядер найдем энергию, выделяющуюся в ядерном реакторе за сутки:</p> <p>Энергия <math>E_1</math>, выделяющаяся при делении одного ядра урана, равна:</p>	$E = Pt,$ $E = 3 \cdot 10^9 \text{ Вт} \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с} \approx 2,6 \cdot 10^{14} \text{ Дж}$ $E_1 = 200 \text{ МэВ} \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж/МэВ} = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$	1
3	<p>Число <math>N</math> ядер, испытавших деление за 1 сутки, равно:</p> <p>Вычисляем массу <math>N</math> ядер урана:</p>	$N = \frac{E}{E_1} = \frac{2,6 \cdot 10^{14}}{3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 8,1 \cdot 10^{24}$ $m \approx 235 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \cdot 8,1 \cdot 10^{24} \text{ кг} \approx 3,2 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 5

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1 м/с	7	13	13	1	19	11
2	300 м 125 с	8	0,1 Па	14	5 А	20	уменьшилась в 9 раз
3	$E_{к3} = E_{п2}$	9	1 Дж	15	$2,8 \cdot 10^{-10}$ Ф	21	32
4	0,6 Н	10	0,12 кг	16	2	22	$(1,7 \pm 0,1)$ Н
5	145	11	3	17	23	23	24
6	2 8 11	12	13	18	13	24	4567

### Часть 2

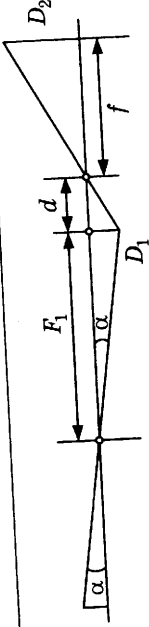
№ задания	Ответ
25	$2,7 \cdot 10^{-3}$ м/с <sup>2</sup>
26	800 м <sup>3</sup>
27	1 Гн

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Точка росы — это температура начала конденсации водяного пара.</p> <p>Относительную влажность воздуха <math>\phi</math> можно найти из выражения <math>\phi = \frac{p}{p_0}</math> (1), где <math>p</math> — парциальное давление насыщенных водяных паров, при котором начинается конденсация, <math>p_0</math> — давление насыщенного водяного пара, при котором начальной температуре воздуха в комнате.</p> <p><math>p</math> из выражения (1) равно: <math>p = \phi \cdot p_0</math> (2).</p> <p>По данным таблицы, давление насыщенного пара при температуре 21 °С равно <math>p_0 = 25</math> гПа.</p>	1
2	<p>По данным задачи и выражению (2) найдем давление водяного пара, при котором начинается конденсация пара:</p> $p = 0,4 \cdot 25 \text{ гПа} = 10 \text{ гПа}$ <p>По данным таблицы, давлению 10 гПа соответствует температура 7 °С. Точка росы равна 7 °С.</p>	1
3	<p>Поскольку по условию задачи комната закрыта, то состав воздуха при изменении его температуры не изменится. Это означает, что количество водяных паров и их парциальное давление <math>p</math> останется прежним. Но так как давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличится, то относительная влажность уменьшится.</p>	1
Максимальный балл		3



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Вес человека в воздухе (сила давления человека на неподвижную опору, стоящего неподвижно на этой опоре) меньше силы тяжести на силу Архимеда: Сила тяжести человека равна Сила Архимеда, действующая на человека в воздухе, равна	$P_{\text{возд}} = F_{\text{тяж}} - F_A \quad (1)$ $F_{\text{тяж}} = mg \quad (2)$ $F_A = \rho_{\text{возд}} Vg \quad (3)$	1
2	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:	$P_{\text{возд}} = mg - \rho_{\text{возд}} Vg$	1
3	Вес человека равен:	$P_{\text{возд}} = 51,8 \cdot 10 - 1,2 \cdot 0,05 \cdot 10 \approx \approx 517 \text{ Н}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Объектив телескопа строит действительное изображение Солнца в фокальной плоскости, поэтому диаметр $D_1$ созданного им изображения равен:	$D_1 = F_1 \operatorname{tg} \alpha$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	<p>Ход лучей при получении изображения Солнца с помощью объектива и окуляра представлен на рисунке:</p> <p>Из подобия треугольников следует:</p>	 <p style="text-align: center;"> <math>D_2 = \frac{D_1}{f} \cdot d,</math>  <math>D_2 = D_1 \cdot \frac{f}{d} = F_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{f}{d} \approx F_1 \cdot \alpha \cdot \frac{f}{d}</math> </p>	1
3	<p>Расстояние <math>d</math> от окуляра до изображения Солнца, построенного объективом, найдем, используя формулу линзы:</p> <p>Подставляя числовые значения величин, вычисляем диаметр изображения <math>D_2</math> Солнца на экране:</p>	<p style="text-align: center;"> <math>d = \frac{fE_2}{f - E_2},</math>  <math>d \approx \frac{1,5 \cdot 0,05}{1,5 - 0,05} \text{ м} \approx 0,05 \text{ м}.</math> </p> <p style="text-align: center;"> <math>\alpha = 30' = 0,5^\circ = \frac{2\pi}{360} \approx 0,0087 \text{ радиан}</math>  <math>D_2 \approx \frac{1 \cdot 0,0087 \cdot 1,5}{0,05} \text{ м} \approx 0,26 \text{ м}</math> </p>	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:</p> <p>Записано условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода:</p>	$\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$ $\frac{hc}{\lambda_0} = A$	1
2	<p>Записано выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона потенциальной энергии электрона в электростатическом поле:</p>	$\frac{mv^2}{2} = eU$	1
3	<p>Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме:</p> <p>Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:</p>	$U = \frac{hc(\lambda_0 - \lambda)}{\lambda\lambda_0 e}$ $U = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8 (450 - 300) \cdot 10^{-9}}{300 \cdot 10^{-9} \cdot 450 \cdot 10^{-9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 1,4 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Освобождается ядро изотопа <math>{}^1_1\text{H}</math>.</p> <p>Выход <math>\Delta E</math> ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы <math>\Delta m</math>:</p> <p>Дефект массы <math>\Delta m</math> ядерной реакции равен:</p>	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = m_{{}^3_2\text{He}} + m_{{}^4_2\text{He}} - m_{{}^1_1\text{H}} - m_{{}^1_1\text{H}}$ $\Delta m \approx 3,01493 + 3,01493 - 4,00151 - 1,00727 \approx 0,0138 \text{ (а.е.м.)}$ <p style="text-align: center;">или</p> $\Delta m \approx 5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 2,3 \cdot 10^{-29} \text{ кг}$	1
2	<p>Вычисляем дефект массы:</p>	$\Delta E \approx 0,0138 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 12,9 \text{ МэВ}$ <p style="text-align: center;">или</p> $\Delta E \approx 2,3 \cdot 10^{-29} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx 20,7 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx 12,9 \text{ МэВ}$	1
3	<p>Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:</p>	<p style="text-align: center;">Максимальный балл</p>	3

## Вариант 6

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	$3 \text{ м/с}^2$	7	23	13	от наблюдателя	19	22
2	500 Н	8	2100 Дж/кг · °С	14	3 Ом	20	$hc/\lambda$
3	$2mv$	9	20 %	15	2	21	1311
4	517,4 Н	10	50 %	16	23	22	$(200 \pm 5) \text{ см}^3$
5	345	11	4	17	21	23	12345
6	24	12	13	18	41	24	91 м

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	600 Дж
26	$-\mu(\text{mg} - F\sin\alpha)s$
27	синусоидальная

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 7 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 7 °С, из таблицы <math>p = 10</math> гПа.</p> <p>Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 21 °С равно 25 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение:</p> $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{10 \text{ гПа}}{25 \text{ гПа}} = 0,40 = 40\%$	1
3	<p>Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 7 °С увеличится, так как давление <math>p</math> водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшается.</p>	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.</p> <p>Сила <math>N</math> давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе <math>F</math> упругости, действующей на человека:</p>	$ma = mg + F \quad (1)$ $ N  =  F $ $N = 0, F = 0 \quad (2)$	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R \quad (3)$	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$v = \sqrt{gR}$ $v = 7 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу <math>A'</math>. По первому закону термодинамики:</p> <p>Переданное газу количество теплоты <math>Q</math> равно сумме изменения внутренней энергии газа <math>\Delta U</math> и работы <math>A'</math>, совершенной газом:</p>	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$	1
2	<p>Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p> <p>Работа <math>A'</math> при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах <math>(p, V)</math>:</p>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_3 \Delta V$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Положительное значение величины <math>Q</math> означает, что газ получил количество теплоты <math>Q</math>.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 3 - 10^4 \cdot 1) + 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = 18 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записан закон Ома для полной цепи в случае подключения внешнего элемента цепи и в случае короткого замыкания:	$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$	1
2	Решена система уравнений в общем виде:	$r = \frac{\mathcal{E}}{I_0}, I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{I_0}}, I_1 = \frac{I_0 \mathcal{E}}{RI_0 + \mathcal{E}},$ $RI_0 I_1 + I_1 \mathcal{E} = I_0 \mathcal{E}, \mathcal{E} = \frac{RI_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1
3	Получен ответ в числовой форме:	$\mathcal{E} = 24 \text{ В}, r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход $\Delta E$ ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Дефект массы $\Delta m$ ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{\text{Al}}^{23} + m_{\text{He}}^4 - m_{\text{P}}^{30} - m_{\text{n}}^1$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Вычисляем дефект массы:	$\Delta m \approx 26,97441 + 4,00151 - 29,97008 - 1,0087 \approx -0,00286 \text{ а.е.м.}$ или $\Delta m \approx 44,7937 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 6,6449 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 49,7683 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 1,6750 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx -0,0047 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$	1
3	Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции: Знак минус в ответе показывает, что ядерная реакция происходит с поглощением энергии.	$\Delta E \approx -0,00286 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx -2,66 \text{ МэВ}$ или $\Delta E \approx -0,0047 \cdot 10^{-27} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx -4,23 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx -2,64 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 7

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2 м	7	51	13	вниз	19	77
2	1	8	210 с	14	2 А	20	$h\nu$
3	2	9	600 Дж	15	1	21	2122
4	203 000 Па	10	в 3 раза	16	4	22	$(40 \pm 1) \text{ мВ}$
5	124	11	1	17	112	23	1
6	44231	12	32	18	13	24	0

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	-400 Дж
26	60 см
27	5 В

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа, в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14 °С, из таблицы $p = 16$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 25 °С равно 32 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\varphi$ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}; \varphi = \frac{16 \text{ гПа}}{32 \text{ гПа}} = 0,5 = 50 \%$	1
3	Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение. Сила $N$ давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = mg + F \quad (1)$ $ N  =  F  \quad (2)$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:	$R = v^2/a = v^2/(g + N/m)$	1
	Получение правильного численного значения:	$R = 4,5 \text{ м}$	
		Максимальный балл	3

30

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, следовательно, внешние силы над газом совершили работу $A$ . По первому закону термодинамики в этом случае:	$\Delta U = Q + A$	1
	Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A$ , совершенной над газом:	$Q = \Delta U - A,$ $Q = U_3 - U_1 - A$	
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах ( $p, V$ ):	$A = p_1 \Delta V$	
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(10^4 \cdot 1 - 3 \cdot 10^4 \cdot 3) -$ $- 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = -18 \cdot 10^4$ Дж	1
		Максимальный балл	3

31

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записан закон Ома для полной цепи для случая подключения внешнего элемента цепи и для случая короткого замыкания:	$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + r}, I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r}$	1
2	Решена система уравнений в общем виде:	$r = \frac{\mathcal{E}}{I_0}, I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R + \frac{\mathcal{E}}{I_0}}, I_1 = \frac{I_0 \mathcal{E}}{RI_0 + \mathcal{E}},$ $RI_0 I_1 + I_1 \mathcal{E} = I_0 \mathcal{E}, \mathcal{E} = \frac{RI_0 I_1}{I_0 - I_1}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Получен ответ в числовой форме:	$\xi = 12 \text{ В}, r = 0,6 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Ход лучей, исходящих из одной точки А на дне бассейна. Вертикальный луч АВ не изменяет своего направления после прохождения границы раздела, все остальные лучи испытывают преломление или отражаются от границы раздела.		1
2	Полное внутреннее отражение происходит начиная с такого значения угла падения $\alpha$ , при котором угол преломления $\beta$ равен $90^\circ$ : Следовательно, предельное значение угла $\alpha$ , при котором свет выходит из воды, определяется условием:	$\beta = 90^\circ, \sin \beta = 1$ $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n}, \sin \alpha = \frac{1}{n}$	1
3	Радиус светового круга ВС равен: Получен ответ в числовой форме:	$BC = AB \cdot \text{tg } \alpha = \frac{AB}{\sqrt{n^2 - 1}}$ $BC \approx 3,4 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 8

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1,5 с	7	14	13	вверх	19	89
2	F/9	8	333 000 Дж/кг	14	100 Ом	20	$3 \cdot 10^{-19}$ Дж
3	<i>mv</i>	9	0 Дж	15	2	21	222
4	CO	10	в 6 раз	16	25	22	$(37,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$
5	125	11	4	17	122	23	1
6	1323	12	24	18	42	24	$3,6 \cdot 10^{-4}$ с

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	1
26	750 Н
27	1 и 2



№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 9 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 9 °С, из таблицы $p = 11$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 19 °С равно 22 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\varphi$ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{11 \text{ гПа}}{22 \text{ гПа}} = 0,50 = 50\%$	1
3	Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Когда при движении по окружности вектор скорости направлен вертикально вверх, центростремительное ускорение создается только силой упругости. В этом случае согласно второму закону Ньютона выполняется равенство:	$ma = F$ (1)	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила $N$ давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ (2)	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение численного значения:	$R = v^2/a = mv^2/F = mv^2/N$ $R = 5 \text{ м}$ Максимальный балл	1  3

30

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, следовательно, внешние силы над газом совершили работу $A$ . По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A$ , совершенной над газом:	$\Delta U = Q + A$  $Q = \Delta U - A, Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$A = p_3 \Delta V$	
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2}(p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2}(10^4 \cdot 1 - 3 \cdot 10^4 \cdot 3) - 10^4 \cdot 2 = -14 \cdot 10^4$ Дж	1
		Максимальный балл	3

## 31

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ , сила тока в цепи равна:  Отсюда ЭДС аккумулятора равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r}; I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 2 \text{ A}$  $\mathcal{E} = 2r \text{ В}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R+r} = \frac{2r}{R+r} = 0,5 \text{ A}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Отсюда получаем:	$2r = 0,5R + 0,5r,$ $3r = R \text{ Ом}, r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Параллельные пучки света от двух отверстий как от когерентных источников фокусируются глазом в одну точку на сетчатке. Лучи, перпендикулярные плоскости экрана, не имеют разности хода. Лучи, выходящие из отверстий под углом $\varphi$ к перпендикуляру, имеют разность хода:	$\Delta = d \sin \varphi,$ где $d$ — расстояние между отверстиями	1
2	Первый интерференционный максимум должен наблюдаться под углом $\varphi_1$ к перпендикуляру, удовлетворяющим условию равенства разности хода $\Delta$ одной длине $\lambda$ световой волны: Отсюда расстояние $d$ равно:	$\Delta = \lambda = d \sin \varphi_1$  $d = \frac{\lambda}{\sin \varphi_1}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	<p>Для малых значений угла значение синуса угла примерно равно значению угла, выраженному в радианах, поэтому:</p> <p>Тогда для расстояния <math>d</math> между отверстиями при значении длины световой волны <math>5,8 \cdot 10^{-7}</math> м получаем значение:</p>	$\sin \varphi_1 = \sin 1' \approx \frac{2\pi}{360 \cdot 60} \approx 0,00029$ $d = \frac{5,8 \cdot 10^{-7}}{0,00029} \text{ м} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 2 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 9

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	20 м	7	31	13	левая	19	10
2	в 3600 раз	8	333 с	14	0,5	20	$h\nu = A$
3	$mv$	9	200 Дж	15	1	21	222
4	$mv^2/2$	10	в 8 раз	16	4	22	$(4,12 \pm 0,02) с$
5	125	11	4	17	333	23	1
6	44231	12	31	18	41	24	4,3

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	200 Дж
26	600 Н
27	100 рад/с

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 29 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 29 °С, из таблицы $p = 40$ гПа. Давление $p_0$ насыщенного водяного пара при температуре 60 °С равно 200 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\varphi$ называется отношение: $\varphi = \frac{p}{p_0}; \varphi = \frac{40 \text{ гПа}}{200 \text{ гПа}} = 0,20 = 20\%$	1
3	Относительная влажность при повышении температуры воздуха и конденсации паров при той же температуре 29 °С уменьшится, так как давление $p$ водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление $p_0$ насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Когда при движении по окружности вектор скорости направлен вертикально вниз, центростремительное ускорение создается только силой упругости. В этом случае согласно второму закону Ньютона выполняется равенство:	$ma = F$ (1)	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила $N$ давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ (2)	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение численного значения:	$v = \sqrt{aR} = \sqrt{\frac{NR}{m}}$ $v = 10 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

30

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние внешние силы над газом совершили работу $A$ . По первому закону термодинамики в этом случае: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно разности изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A$ , совершенной над газом:	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A, Q = U_3 - U_1 - A$	1



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1
	Работа $A$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$A = p_1 \Delta V$	
3	Получение правильного численного значения количества теплоты: Отрицательное значение величины $Q$ означает, что газ отдал количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) - 10^4 \cdot 2 = -2 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

31

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительного ускорения:	$evB = \frac{mv^2}{R}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между радиусом орбиты и скоростью протона:	$R = \frac{vm}{eB}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$R \approx \frac{8000 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,67 \cdot 10^{-5}} \text{ м} \approx 5 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

32

289

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Масса $m$ ядер урана, испытавших деление при взрыве, равна произведению числа $N$ ядер на массу одного ядра $m_{\text{я}}$ . Число $N$ ядер равно частному от деления энергии $E$ взрыва на выход энергии $\Delta E$ при делении одного ядра:	$m = Nm_{\text{я}}$ $N = E/\Delta E$	1
2	Получаем значение массы:	$m = Nm_{\text{я}} = \frac{E \cdot m_{\text{я}}}{\Delta E} \approx$ $\approx \frac{8,3 \cdot 10^{16} \cdot 238 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}}{200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}} \text{ кг} \approx 10^3 \text{ кг}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	Дефект массы $\Delta m$ связан с выходом энергии $E$ . Найдём выражение для суммарного дефекта массы $\Delta m$ при взрыве: Используя значение энергии взрыва, получаем дефект массы:	$E = \Delta mc^2; \Delta m = E/c^2$ $\Delta m = \frac{8,3 \cdot 10^{16}}{9 \cdot 10^{16}} \text{ кг} \approx 0,9 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 10

## Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	$10^4$ Па	7	43	13	вверх	19	00
2	5 Н	8	4180 Дж/кг · °С	14	2 А	20	$\lambda_1 = n\lambda$
3	0	9	200 Дж	15	3	21	111
4	12 Дж	10	в 2 раза	16	4	22	$(10 \pm 5) \text{ см}^3$
5	234	11	4	17	111	23	4
6	332	12	3	18	64	24	Ускоренное движение электрических зарядов

## Часть 2

№ задания	Ответ
25	$A' = S_{ECDF}$
26	40 Дж
27	2 Ом

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 14 °С. Следовательно, давление $p$ водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 14 °С, из таблицы $p = 16$ гПа. Давление при температуре 25 °С равно 32 гПа.	1
2	Относительной влажностью воздуха $\phi$ называется отношение: $\phi = \frac{p}{p_0}; \phi = \frac{16 \text{ гПа}}{32 \text{ гПа}} = 0,5 = 50\%$	1
3	Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 14 °С уменьшится, так как давление $p$ водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление $p_0$ насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы упругости и силы тяжести создает центростремительное ускорение.	$ma = F - mg$ (1)	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
	Сила $N$ давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ N  =  F $ (2)	
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:	$N = m(a + g) = m(v^2/R + g)$ $N = 1800 \text{ Н}$	1
		Максимальный балл	3

30

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу $A'$ . По первому закону термодинамики: Переданное газу количество теплоты $Q$ равно сумме изменения внутренней энергии газа $\Delta U$ и работы $A'$ , совершенной газом:	$\Delta U = Q - A'$  $Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$	1
	Работа $A'$ при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах $(p, V)$ :	$A' = p_3 \Delta V$	
3	Получение правильного численного значения количества теплоты:	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_3 \Delta V$	1
	Положительное значение величины $Q$ означает, что газ получил количество теплоты $Q$ .	$Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 3 - 3 \cdot 10^4 \cdot 1) + 10^4 \cdot 2 = 2 \cdot 10^4$ Дж	
		Максимальный балл	3

31

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:	$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Записано уравнение, связывающее силу Лоренца, действующую на электрон, с величиной центростремительного ускорения: Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между кинетической энергией электрона и радиусом орбиты:	$evB = \frac{mv^2}{R}$	1
3	Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме: Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:	$R = \frac{\sqrt{2m(hv - A)}}{eB}$ $R \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 5 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	3

32

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Рассмотрен ход лучей из одной точки A на дне бассейна. Вертикальный луч AB не изменяет своего направления после прохождения границы раздела, остальные лучи испытывают преломление. При наблюдении из разных точек кажущаяся глубина имеет различные значения.		1



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	В любом случае отношение действительной глубины $h$ к кажущейся глубине $h'$ определяется одной и той же формулой:	$h' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} h$	1
3	При наблюдении по вертикали вниз углы $\alpha$ и $\beta$ очень малы, они определяются расстоянием до поверхности воды и расстоянием между зрачками глаз. Для малых углов можно воспользоваться приближительным равенством синусов углов тангенсам углов: Подставлены значения параметров и получен ответ в числовой форме:	$h' = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} h \approx \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} h, \quad h' \approx \frac{h}{n},$ $h' \approx \frac{4}{1,33} \text{ м} \approx 3 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 11

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	17 м	7	215	13	к наблюдателю	19	42
2	$0,5 \text{ м/с}^2$	8	418 с	14	3 мА	20	$E_{\text{макс}} - A$
3	0	9	-400 Дж	15	2	21	121
4	102 000 Н	10	в 5 раз	16	2	22	$(61 \pm 5)\%$
5	15	11	3	17	222	23	4
6	55 321	12	1	18	23	24	1234

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	-200 Дж
26	0 Дж
27	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 16 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 16 °С, из таблицы <math>p = 18</math> гПа. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 27 °С равно 36 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение:</p> $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{18 \text{ гПа}}{36 \text{ гПа}} = 0,50 = 50\%$	1
3	<p>Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 16 °С увеличится, так как давление <math>p</math> водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшается.</p>	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>Согласно второму закону Ньютона:</p> <p>Сила <math>N</math> давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе <math>F</math> упругости, действующей на человека:</p>	$ma = F - mg$ $ N  =  F $	1
2	<p>Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:</p> <p>Из уравнений (1), (2) и (3) следует:</p>	$a = v^2/R$ $v = \sqrt{aR} = \sqrt{\left(\frac{N}{m} - g\right) R}$	1
3	<p>Получение численного значения:</p>	$v = 10 \text{ м/с}$ <p>Максимальный балл</p>	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу <math>A'</math>. По первому закону термодинамики:</p> <p>Переданное газу количество теплоты <math>Q</math> равно сумме изменения внутренней энергии газа <math>\Delta U</math> и работы <math>A'</math>, совершенной газом:</p>	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$	1
2	<p>Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p> <p>Работа <math>A'</math> при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах <math>(p, V)</math>:</p>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Положительное значение величины <math>Q</math> означает, что газ получил количество теплоты <math>Q</math>.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$ $Q = \frac{3}{2} (100 \cdot 3 - 100 \cdot 1) + \frac{1}{2} (100 + 300) \cdot 2 = 700 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора <math>R = 0</math> сила тока в цепи равна:  Отсюда внутреннее сопротивление <math>r</math> аккумулятора равно:</p>	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}; \quad I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 2 \text{ A}$ $r = \frac{\mathcal{E}}{2} \text{ Ом}$	1
2	<p>При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением <math>3 \text{ Ом}</math> сила тока в цепи равна:</p>	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{\mathcal{E}}{3 + 0,5\mathcal{E}} = 0,5 \text{ A}$	1
3	<p>Отсюда получаем:</p>	$4\mathcal{E} = 6 + \mathcal{E}, \quad \mathcal{E} = 2 \text{ В}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта:	$h \frac{c}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$	1
2	<p>На основе второго закона Ньютона сила Лоренца, действующая на электрон, связана с центростремительным ускорением:</p> <p>Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между кинетической энергией электрона и радиусом орбиты:</p>	$eVB = \frac{mv^2}{R}$ $\frac{mv^2}{2} = \frac{(eBR)^2}{2m}$	1
3	<p>Решена система уравнений и получен ответ в алгебраической форме:</p> <p>Подставлены значения констант и параметров и получен ответ в числовой форме:</p>	$R = \frac{\sqrt{2m \left( h \frac{c}{\lambda} - A \right)}}{eB}$ $R \approx 5 \cdot 10^{-3} \text{ м} \approx 5 \text{ мм}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 12

## Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	8 м/с	7	12	13	к наблюда- телю	19	89
2	1 м/с <sup>2</sup>	8	333 000 Дж/кг	14	0,5 А	20	1
3	<i>mv</i>	9	-200 Дж	15	30°	21	2133
4	80 Вт	10	в 2 раза	16	3	22	1 мкА; 2 мкА
5	14	11	4	17	111	23	3
6	25	12	1	18	13	24	14

## Часть 2

№ задания	Ответ
25	0 Дж
26	150 Н
27	0,5 А



№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 27 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 27 °С, из таблицы <math>p = 36</math> гПа. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение:</p> $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{36 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,90 = 90\%$	1
3	<p>Конденсация паров воды происходит при условии равенства давления водяного пара, имеющегося в воздухе, давлению насыщенного водяного пара при данной температуре воздуха. Давление насыщенного водяного пара зависит от температуры. Поэтому при разной плотности водяного пара в воздухе температура начала конденсации пара (точка росы) оказывается различной.</p>	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Согласно второму закону Ньютона: Сила $N$ давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю силе $F$ упругости, действующей на человека:	$ma = F - mg$ (1) $ N  =  F $ (2)	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R$ (3)	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:  Получение правильного численного значения:	$R = \frac{v^2}{a} = \frac{v^2}{\frac{N}{m} - g}$ $R = 5 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, внешние силы над газом совершили работу <math>A</math>. По первому закону термодинамики в этом случае:</p> <p>Переданное газу количество теплоты <math>Q</math> равно разности изменения внутренней энергии газа <math>\Delta U</math> и работы <math>A</math>, совершенной над газом:</p>	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A, Q = U_3 - U_1 - A$	1
2	<p>Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через давление и объем газа:</p> <p>Работа <math>A</math> при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна:</p>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A = \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Отрицательное значение величины <math>Q</math> означает, что газ отдал количество теплоты <math>Q</math>.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - \frac{(p_1 + p_2) \Delta V}{2}$ $Q = \frac{3}{2} (100 \cdot 1 - 100 \cdot 3) - \frac{(100 + 300) \cdot 2}{2} \text{ Дж} = -700 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительного ускорения:	$evB = \frac{mv^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью частицы и радиусом орбиты:	$v = \frac{ReB}{m}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v \approx \frac{10 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 3,34 \cdot 10^{-5}}{3,34 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx$ $\approx 16\,000 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Выход $\Delta E$ энергии можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Масса $\Delta m$ вещества может быть найдена по выходу энергии:	$\Delta E = \Delta mc^2$ $\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Найдем массу вещества, необходимого для освобождения собственной энергии в количестве, достаточном для удовлетворения годовой потребности человечества:	$\Delta m = \frac{4 \cdot 10^{20} \text{ Дж}}{9 \cdot 10^{16} \text{ м}^2/\text{с}^2} \approx 4,4 \cdot 10^3 \text{ кг}$	1
3	Суточное потребление равно:	$m = \frac{\Delta m}{N}, \quad m \approx \frac{4400}{365} \text{ кг} \approx 12 \text{ кг}$	1
		Максимальный балл	3

# Вариант 13

## Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	0 м/с	7	43	13	перпендикулярно	19	6028
2	8 Н	8	333 с	14	1:2:3	20	1
3	$\frac{mv}{M}$	9	200 Дж	15	2	21	2322
4	0	10	в 7 раз	16	1234	22	0,5 В; 0,5 В
5	125	11	4	17	222	23	4
6	1323	12	2	18	41	24	8,7, 2,67

## Часть 2

№ задания	Ответ
25	1
26	1 с
27	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 25 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 25 °С, из таблицы <math>p = 32</math> гПа. Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение:</p> $\varphi = \frac{p}{p_0}; \varphi = \frac{32 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,8 = 80\%$	1
3	<p>Относительная влажность при понижении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 25 °С увеличится, так как давление <math>p</math> водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при понижении температуры воздуха уменьшается.</p>	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение:</p> <p>Сила <math>N</math> давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе <math>F</math> упругости, действующей на человека:</p> <p>Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:</p>	$ma = mg + F \quad (1)$ $ N  =  F  \quad (2)$	1
2	<p>Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:</p>	$a = v^2/R \quad (3)$	1
3	<p>Из уравнений (1), (2) и (3) следует: Получение правильного численного значения:</p>	$R = v^2/a = v^2/(g + N/m)$ $R = 5 \text{ м}$	1
		Максимальный балл	3



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При переходе из начального в конечное состояние объем газа уменьшился, следовательно, внешние силы совершили работу <math>A</math> над газом. По первому закону термодинамики в этом случае:</p> <p>Переданное газу количество теплоты <math>Q</math> равно разности изменения внутренней энергии газа <math>\Delta U</math> и работы <math>A</math>, совершенной над газом:</p> <p>Внутренняя энергия идеального газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p>	$\Delta U = Q + A$ $Q = \Delta U - A,$ $Q = U_3 - U_1 - A$ $U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, \quad U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A = p_3 \Delta V$	1
2	<p>Работа <math>A</math> при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах <math>(p, V)</math>:</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) - p_3 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (3 \cdot 10^4 \cdot 1 - 10^4 \cdot 3) -$ $- 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = -6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Отрицательное значение величины <math>Q</math> означает, что газ отдал количество теплоты <math>Q</math>.</p>	<p>Максимальный балл</p>	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	По закону Ома для полной цепи при коротком замыкании выводов аккумулятора $R = 0$ сила тока в цепи равна: Отсюда ЭДС аккумулятора равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}; I_0 = \frac{\mathcal{E}}{r} = 12 \text{ A}$ $\mathcal{E} = 12r \text{ B}$	1
2	При подключении к выводам аккумулятора электрической лампы электрическим сопротивлением 5 Ом сила тока в цепи равна:	$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} = \frac{12r}{R + r} = 2 \text{ A}$	1
3	Отсюда получаем:	$12r = 2R + 2r, 10r = 2 \cdot 5 \text{ Ом},$ $r = 1 \text{ Ом}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на электрон, с модулем центростремительного ускорения:	$evB = \frac{mv^2}{R}$	1

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью электрона и радиусом орбиты:	$v = \frac{eBR}{m}$	1
3	Представлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ м/с} \approx$ $\approx 7 \cdot 10^5 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

## Вариант 14

### Часть 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	20 м/с	7	52	13	1 и 4	19	11
2	500 Н/м	8	4180 Дж/кг · °С	14	25 В	20	3
3	0	9	20 Дж	15	4	21	133
4	900 кг/м <sup>3</sup>	10	в 16 раз	16	1	22	(995 ± 5) гПа
5	235	11	2	17	333	23	2
6	35	12	2	18	23	24	5678

### Часть 2

№ задания	Ответ
25	200 Дж
26	-60 Дж
27	5 В

№ этапа	Содержание этапа решения	Оценка этапа в баллах
1	<p>Водяной пар в воздухе становится насыщенным при температуре 7 °С. Следовательно, давление <math>p</math> водяного пара в воздухе равно давлению насыщенного пара при температуре 7 °С, из таблицы <math>p = 10</math> гПа.</p> <p>Давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при температуре 29 °С равно 40 гПа.</p>	1
2	<p>Относительной влажностью воздуха <math>\varphi</math> называется отношение:</p> $\varphi = \frac{p}{p_0}; \quad \varphi = \frac{10 \text{ гПа}}{40 \text{ гПа}} = 0,25 = 25\%$	1
3	<p>Относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате и конденсации паров при той же температуре 7 °С уменьшится, так как давление <math>p</math> водяного пара в воздухе остается неизменным, а давление <math>p_0</math> насыщенного водяного пара при повышении температуры воздуха увеличивается.</p>	1
	Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При движении по окружности согласно второму закону Ньютона равнодействующая силы тяжести и силы упругости создает центростремительное ускорение.</p> <p>Сила <math>N</math> давления на сиденье по третьему закону Ньютона равна по модулю и противоположна по направлению силе <math>F</math> упругости, действующей на человека:</p>	$ma = mg + F \quad (1)$ $ N  =  F  \quad (2)$ $N = 0, F = 0$	1
2	Из кинематических условий центростремительное ускорение равно:	$a = v^2/R \quad (3)$	1
3	Из уравнений (1), (2) и (3) следует:  Получение правильного численного значения:	$v = \sqrt{gR}$ $v = 8 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	<p>При переходе из начального в конечное состояние объем газа увеличился, следовательно, газ совершил работу <math>A'</math>. По первому закону термодинамики:</p> <p>Переданное газу количество теплоты <math>Q</math> равно сумме изменения внутренней энергии газа <math>\Delta U</math> и работы <math>A'</math>, совершенной газом:</p>	$\Delta U = Q - A'$ $Q = \Delta U + A', Q = U_3 - U_1 + A'$	1
2	<p>Внутренняя энергия газа в состояниях 1 и 3 выражается через значения давления и объема газа:</p> <p>Работа <math>A'</math> при переходе газа из состояния 1 в состояние 3 равна площади под графиком диаграммы в единицах <math>(p, V)</math>:</p>	$U_1 = \frac{3}{2} p_1 V_1, U_3 = \frac{3}{2} p_3 V_3$ $A' = p_1 \Delta V$	1
3	<p>Получение правильного численного значения количества теплоты:</p> <p>Положительное значение величины <math>Q</math> означает, что газ получил количество теплоты <math>Q</math>.</p>	$Q = \frac{3}{2} (p_3 V_3 - p_1 V_1) + p_1 \Delta V$ $Q = \frac{3}{2} (10^4 \cdot 3 - 3 \cdot 10^4 \cdot 1) + 3 \cdot 10^4 \cdot 2 = 6 \cdot 10^4 \text{ Дж}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на протон, с модулем центростремительного ускорения:	$e v B = \frac{m v^2}{R}$	1
2	Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью электрона и радиусом орбиты:	$v = \frac{e B R}{m}$	1
3	Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v \approx \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,67 \cdot 10^{-5} \cdot 5}{1,67 \cdot 10^{-27}} \text{ м/с} \approx 8000 \text{ м/с}$	1
		Максимальный балл	3

№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
1	Образуется $\gamma$ -квант.		1
2	Выход $\Delta E$ ядерной реакции можно вычислить по дефекту массы $\Delta m$ : Дефект массы $\Delta m$ ядерной реакции равен:	$\Delta E = \Delta m c^2$ $\Delta m = m_{\text{H}}^1 + m_{\text{H}}^1 - m_{\text{He}}^2$	1



№ этапа	Содержание этапа решения	Чертеж, график, формула	Оценка этапа в баллах
3	<p>Вычисляем дефект массы: Используя переводной коэффициент или умножая массу на квадрат скорости света, получаем энергетический выход ядерной реакции:</p>	$\Delta m \approx 1,0073 + 2,01355 - 3,01493 \approx 0,0059 \text{ а.е.м.}$ <p style="text-align: center;">или</p> $\Delta m \approx 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} + 3,3437 \cdot 10^{-27} \text{ кг} - 5,0066 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 0,0097 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ $\Delta E \approx 0,0059 \cdot 931,5 \text{ МэВ} \approx 5,5 \text{ МэВ}$ <p style="text-align: center;">или</p> $\Delta E \approx 0,97 \cdot 10^{-29} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ Дж} \approx 8,73 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} \approx 5,5 \text{ МэВ}$	1
		Максимальный балл	3