



**К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ
ДЕМОНСТРАЦИОННОЙ
ВЕРСИИ ЕГЭ**

ФИЗИКА

СОЗДАНО РАЗРАБОТЧИКАМИ ФИПИ

ЕГЭ | **2016**

**ТИПОВЫЕ
ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ**

10 вариантов заданий

Ответы и решения

Бланки ответов

ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

М. Ю. Демидова, В. А. Грибов

ФИЗИКА

ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

10 вариантов заданий

Ответы и решения

Бланки ответов

***Издательство
«ЭКЗАМЕН»***

**МОСКВА
2016**

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22
Д30

Демидова М. Ю.

Д30 ЕГЭ 2016. Физика. Типовые тестовые задания / М. Ю. Демидова, В. А. Грибов. — М. : Издательство «Экзамен», 2016. — 191, [1] с. (Серия «ЕГЭ. Типовые тестовые задания»)

ISBN 978-5-377-09811-9

Типовые тестовые задания по физике содержат 10 вариантов комплектов заданий, составленных с учетом всех особенностей и требований Единого государственного экзамена в 2016 году. Назначение пособия — предоставить читателям информацию о структуре и содержании контрольных измерительных материалов 2016 г. по физике, а также о степени трудности заданий.

В сборнике даны ответы на все варианты тестов, приводятся решения всех заданий одного из вариантов, а также решения наиболее сложных задач во всех 10 вариантах. Кроме того, приведены образцы бланков, используемых на ЕГЭ.

Авторский коллектив — члены федеральной комиссии разработчиков КИМ ЕГЭ по физике.

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

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

УДК 372.8:53
ББК 74.262.22

Справочное издание
Демидова Марина Юрьевна
Грибов Виталий Аркадьевич
ЕГЭ
ФИЗИКА
ТИПОВЫЕ ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Издательство «ЭКЗАМЕН»
Гигиенический сертификат
№ РОСС RU. АЕ51. Н 16678 от 20.05.2015 г.

Главный редактор *Л. Д. Лапто*
Редактор *Г. А. Лонцова*
Технический редактор *Л. В. Павлова*
Корректоры *В. В. Кожуткина, Г. М. Морозова*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*
Компьютерная верстка *М. А. Серова*

107045, Москва, Луков пер., д. 8.
www.examen.biz

E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz;
по вопросам реализации: sale@examen.biz;
тел./факс 8(495)641-00-30 (многоканальный)

Формат 60x90/8. Гарнитура «Школьная».

Бумага газетная. Уч.-изд. л. 8,04. Усл. печ. л. 24. Тираж 16 000 экз. Заказ № 2641/15.

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

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт», г. Тверь, www.pareto-print.ru

ISBN 978-5-377-09811-9

© Демидова М. Ю., Грибов В. А., 2016
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ИНСТРУКЦИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ.....	4
Бланки	7
ВАРИАНТ 1	9
Часть 1.....	9
Часть 2.....	16
ВАРИАНТ 2	18
Часть 1.....	18
Часть 2.....	25
ВАРИАНТ 3	28
Часть 1.....	28
Часть 2.....	34
ВАРИАНТ 4	37
Часть 1.....	37
Часть 2.....	44
ВАРИАНТ 5	47
Часть 1.....	47
Часть 2.....	53
ВАРИАНТ 6	56
Часть 1.....	56
Часть 2.....	63
ВАРИАНТ 7	66
Часть 1.....	66
Часть 2.....	73
ВАРИАНТ 8	75
Часть 1.....	75
Часть 2.....	82
ВАРИАНТ 9	85
Часть 1.....	85
Часть 2.....	93
ВАРИАНТ 10	95
Часть 1.....	95
Часть 2.....	103
РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА 10	106
Часть 1.....	106
Часть 2.....	115
ОТВЕТЫ. СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ	124

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
мега	М	10^6	милли	м	10^{-3}
кило	к	10^3	микро	мк	10^{-6}
гекто	г	10^2	нано	н	10^{-9}
деци	д	10^{-1}	пико	п	10^{-12}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$
постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$
модуль заряда электрона	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273 \text{ }^\circ\text{С}$
атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,6606 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
1 мегаэлектронвольт	$1 \text{ МэВ} = 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж}$

Масса частиц

электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} = 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
протона	$m_p = 1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00727 \text{ а.е.м.}$
нейтрона	$m_n = 1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} = 1,00866 \text{ а.е.м.}$

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\ 600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоемкость

воды	$4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	алюминия	$900 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
льда	$2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	меди	$380 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
железа	$640 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$	чугуна	$500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$
свинца	$130 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К})$		

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия давление 10^5 Па, температура 0°C

Молярная масса

азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	молибдена	$96 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль

Бланк ответов № 1

Заполнять гелевой или капиллярной ручкой ЧЕРНЫМИ чернилами ЗАГЛАВНЫМИ ПЕЧАТНЫМИ БУКВАМИ по следующим образцам:

А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ 7 6 6 Э Ю Я 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z ,

Region: two boxes; Code of subject: two boxes; Name of subject: ten boxes.

С правилами экзамена ознакомлен и согласен. Сопадение номеров вариантов в задании и бланке регистрации подтверждаю. Подпись участника ЕГЭ строго внутри окошка.

Number of variant: three boxes.

ВНИМАНИЕ! Данный бланк использовать только совместно с двумя другими бланками из данного пакета

Результаты выполнения заданий с ответом в краткой форме

Grid for answers 1-40, each row containing 20 boxes for digits.

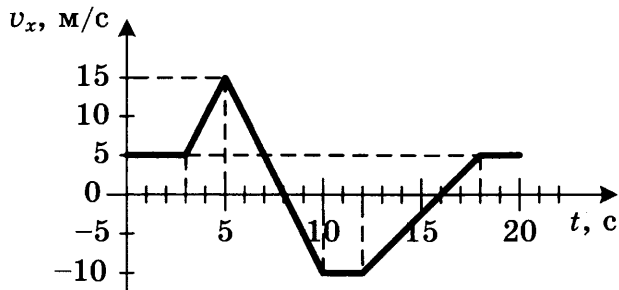
Additional grid for answers at the bottom of the page, consisting of two columns of 20 boxes each.

ВАРИАНТ 1

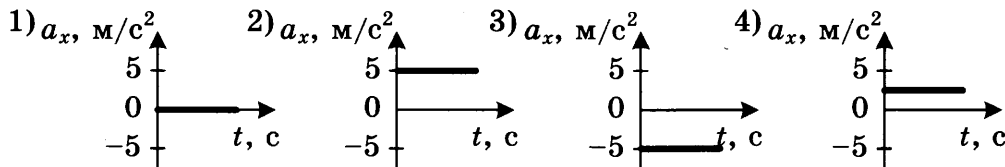
Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.

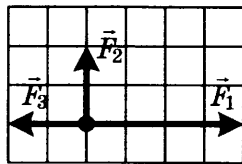


Какой из указанных ниже графиков совпадает с графиком зависимости проекции ускорения тела a_x от времени t в интервале времени от 12 до 16 с?



Ответ:

2. На рисунке показаны три силы, действующие на материальную точку. Определите модуль равнодействующей этих сил, если $F_3 = 2 \text{ Н}$.

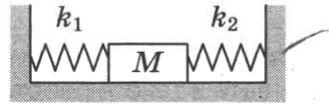


- 1) $\sqrt{5} \text{ Н}$
 2) 4 Н
 3) $\sqrt{8} \text{ Н}$
 4) 8 Н

Ответ:

3

3. Кубик, сжатый с боков пружинами, покоится на гладком горизонтальном столе (см. рис.). Масса кубика 1 кг. Жёсткость правой пружины $k_2 = 800$ Н/м. Левая пружина действует на кубик с силой 16 Н. Насколько сжата правая пружина?



Ответ: _____ см.

4

4. Легковой автомобиль и грузовик массой $m = 3000$ кг движутся со скоростями $v_1 = 108$ км/ч и $v_2 = 54$ км/ч соответственно. Какова масса легкового автомобиля, если импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля на $15\,000$ кг·м/с?

Ответ: _____ кг.

5

5. Груз, подвешенный на пружине жесткости 400 Н/м, совершает вертикальные свободные гармонические колебания. Какой должна быть жесткость пружины, чтобы частота колебаний этого же груза увеличилась в 2 раза?

Ответ: _____ Н/м.

6

6. Спутник Земли перешел с одной круговой орбиты на другую. При этом период обращения спутника вокруг Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус его орбиты и центростремительное ускорение спутника? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

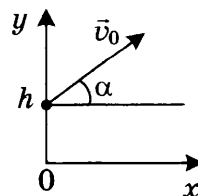
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Радиус орбиты	Центростремительное ускорение

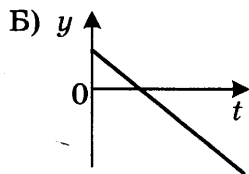
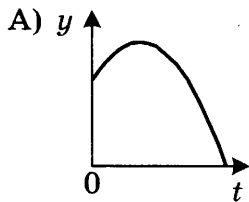
7

7. В начальный момент времени мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с крыши высотой h (см. рис.). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t . Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь.)



К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата x мячика
- 2) проекция вертикальной составляющей скорости мячика на ось y
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) координата y мячика

Ответ:

А	Б

8. В помещении в одном сосуде находится водород, а в другом — азот. Средние значения кинетической энергии поступательного теплового движения молекулы водорода и молекулы азота одинаковы в том случае, если у этих газов одинаковы значения

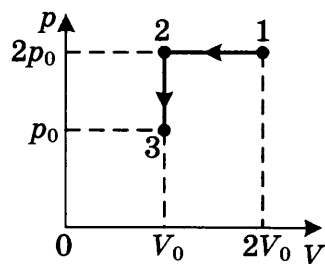
8

- 1) температуры
- 2) объема
- 3) массы
- 4) концентрации частиц

Ответ:

9. На графике показана зависимость давления идеального газа от объёма при переходе газа из состояния 1 в состояние 3. Работа внешних сил при этом равна

9



- 1) $\frac{1}{2} p_0 V_0$
- 2) $p_0 V_0$
- 3) $2p_0 V_0$
- 4) $4p_0 V_0$

Ответ:

10. Тепловая машина с КПД 30% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 400 Дж. Какую работу машина совершает за цикл?

10

Ответ: _____ Дж.

11

11. В вертикальном сосуде под подвижным поршнем находится идеальный газ массой m при температуре T . Массу газа уменьшили в 3 раза, а температуру увеличили в 2 раза. Как изменяются при этом давление газа и внутренняя энергия газа под поршнем? Трением поршня о стенки сосуда пренебречь.

Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:

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

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

Давление газа	Внутренняя энергия газа

12

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (N — число частиц). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) Изобарный процесс при $N = \text{const}$
 Б) Изотермический процесс при $N = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

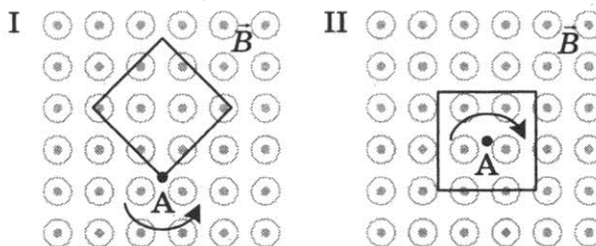
- 1) $\frac{p}{T} = \text{const}$
- 2) $\frac{V}{T} = \text{const}$
- 3) $pV = \text{const}$
- 4) $Q = 0$

Ответ:

А	Б

13

13. Рамку вращают в однородном магнитном поле, линии индукции которого идут из плоскости чертежа, двумя разными способами (см. рис.). Вращение происходит вокруг точки А в плоскости рисунка.

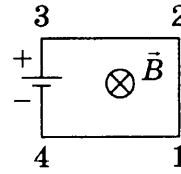


ЭДС индукции в рамке

- 1) возникает в обоих случаях
- 2) не возникает ни в одном из случаев
- 3) возникает только в первом случае
- 4) возникает только во втором случае

Ответ:

14. Электрическая цепь, состоящая из четырех прямолинейных горизонтальных проводников (1–2, 2–3, 3–4, 4–1) и источника постоянного тока, находится в однородном магнитном поле, вектор магнитной индукции которого \vec{B} направлен вертикально вниз (см. рисунок, вид сверху). Куда направлена сила Ампера, действующая на проводник 1–2?

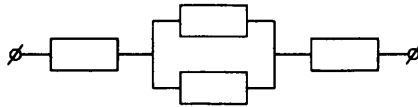


14

- 1) вертикально вверх \uparrow 3) горизонтально вправо \rightarrow
 2) вертикально вниз \downarrow 4) горизонтально влево \leftarrow

Ответ:

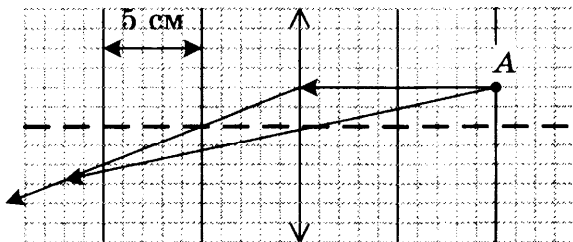
15. На участке цепи, изображённом на рисунке, сопротивление каждого из резисторов равно 2 Ом. Определите полное сопротивление участка цепи.



15

Ответ: _____ Ом.

16. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу. Определите оптическую силу линзы?

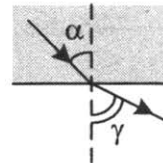


16

Ответ: _____ дптр.

17. Световой пучок переходит из стекла в воздух (см. рис.). Что происходит при этом с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
 2) уменьшилась
 3) не изменилась



17

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

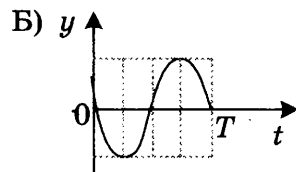
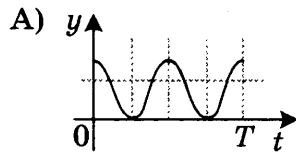
Частота колебаний	Длина волны
31	

18. В идеальном колебательном контуре происходят электромагнитные колебания. В момент $t = 0$ заряд конденсатора максимален, а сила тока равна нулю. T — период колебаний. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре.

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.

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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) энергия заряженного конденсатора
- 2) энергия катушки с током
- 3) сила тока в контуре
- 4) заряд на обкладке конденсатора

Ответ:

А	Б

19. Какая из строчек таблицы правильно отражает структуру ядра ${}_{28}^{62}\text{Ni}$?

	p — число протонов	n — число нейтронов
1)	62	28
2)	62	90
3)	28	34
4)	28	62

Ответ:

20. Один из возможных вариантов реакции деления ядра урана ${}_{92}^{235}\text{U}$ выглядит следующим образом: ${}_{92}^{235}\text{U} + {}_0^1n \rightarrow {}_{38}^{95}\text{Sr} + {}_{54}^{139}\text{Xe} + ?$ Какая(-ие) частица(-ы) заменена(-ы) знаком вопроса?

- 1) ${}_0^1n$
- 3) ${}_1^1p$
- 2) $2{}_0^1n$
- 4) ${}_1^1p + {}_0^1n$

Ответ:

21. За какое время изначально большое число ядер радиоактивного изотопа уменьшится в 32 раза, если период его полураспада равен 1 месяцу?

21

Ответ: _____ месяца(-ев).

22. Ядро испытывает α -распад. Как при этом изменяются масса ядра и число нейтронов в ядре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

22

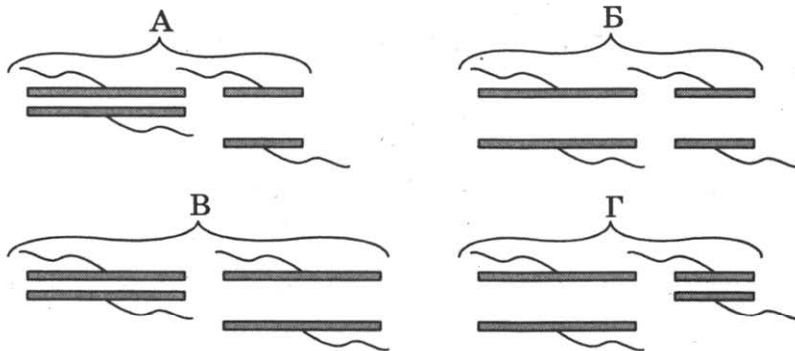
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Масса ядра	Число нейтронов в ядре

23. Конденсатор состоит из двух круглых пластин, разделённых воздушным промежутком. Необходимо экспериментально установить, зависит ли ёмкость конденсатора от площади пластин. Какую(-ие) пару(-ы) конденсаторов нужно использовать для этой цели?

23

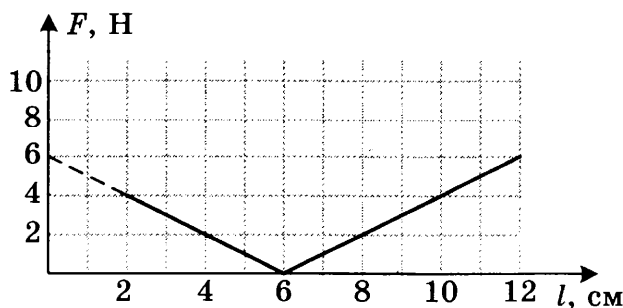


- 1) А, Б или Г
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) только Г

Ответ:

24. Школьник проводит опыт, исследуя зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины. Эта зависимость выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 — длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.

24



Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.

- 1) Под действием силы, равной 6 Н, пружина разрушается.
- 2) Жесткость пружины равна 200 Н/м.
- 3) Длина пружины в недеформированном состоянии равна 6 см.
- 4) При деформации, равной 2 см, в пружине возникает сила упругости 2 Н.
- 5) В процессе опыта жесткость пружины сначала уменьшается, а затем увеличивается.

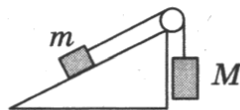
Ответ:

Часть 2

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

25

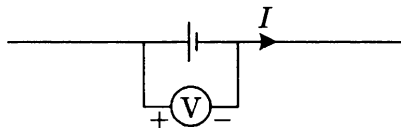
25. Брусок массой $m = 200$ г соединён с грузом массой $M = 300$ г невесомой и нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый блок без трения (см. рис.). Брусок скользит без трения по закреплённой наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Чему равно ускорение бруска?



Ответ: _____ м/с².

26

26. Вольтметр подключён к клеммам источника тока с ЭДС $\mathcal{E} = 3$ В и внутренним сопротивлением $r = 1$ Ом. Через источник течёт ток $I = 2$ А (см. рис.). Вольтметр показывает 5 В. Какое количество теплоты выделяется внутри источника за 1 с?



Ответ: _____ Дж.

27

27. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Фокусное расстояние линзы равно 20 см. Изображение предмета действительное, а увеличение составило $k = 2$. Найдите расстояние от предмета до линзы.

Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

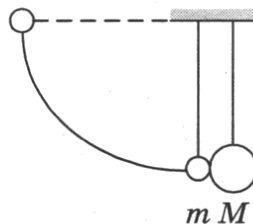
Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится воздух и водяной пар. Капли воды на стенках сосуда отсутствуют. Поршень начинают медленно опускать, уменьшая объём сосуда. Температура пара остается неизменной в течение всего процесса движения поршня. В середине процесса сжатия воздуха и пара на стенках сосуда появляются капли воды. Как будет меняться при этом относительная влажность воздуха в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

28

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

29. Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рис.). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Массы шариков $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков?

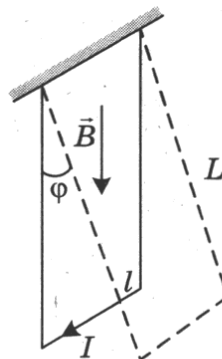


29

30. В чашке лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0^\circ\text{C}$. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20^\circ\text{C}$. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

30

31. Металлический стержень длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 10$ г подвешен на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м. Проводник располагают горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рис.). Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретёт стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол φ отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



31

32. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор. Работа выхода электронов из кальция составляет $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. При длительном освещении катода светом с длиной волны 435 нм фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд, равный $3 \cdot 10^{-10}$ Кл. Определите ёмкость конденсатора. Ёмкостью системы электродов по сравнению с ёмкостью конденсатора пренебречь.

32

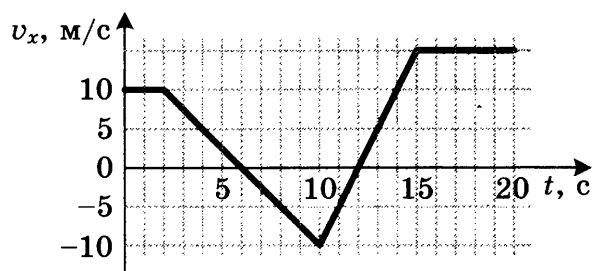
ВАРИАНТ 2

Часть 1

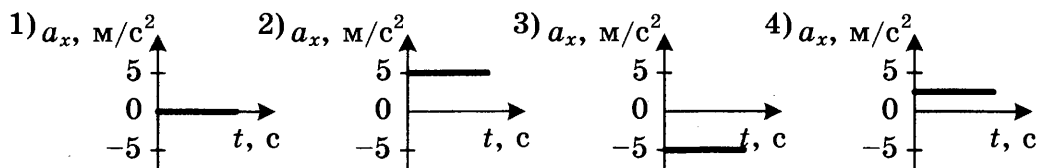
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятой и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела v_x от времени.



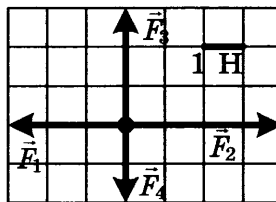
С каким из представленных ниже графиков совпадает график зависимости от времени проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 12 до 15 с?



Ответ:

2

2. На рисунке в заданном масштабе показаны силы, действующие на материальную точку в инерциальной системе отсчета. Чему равен модуль равнодействующей этих сил в этой инерциальной системе отсчета?



- 1) 1 Н 2) $\sqrt{2}$ Н 3) $2\sqrt{2}$ Н 4) $\sqrt{6}$ Н

Ответ:

3

3. Расстояние от спутника до центра Земли равно двум радиусам Земли. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до центра Земли увеличить до четырех радиусов Земли?

Ответ: _____ раз(а).

4. Тело массой 3 кг, брошенное с уровня земли вертикально вверх со скоростью 6 м/с, упало обратно на землю. Какой потенциальной энергией обладало тело относительно поверхности земли в верхней точке траектории? Сопротивлением воздуха пренебречь.

 4

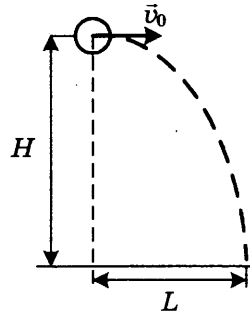
Ответ: _____ Дж.

5. Период собственных малых колебаний пружинного маятника равен 1,2 с. Каким станет период колебаний, если массу груза пружинного маятника увеличить в 4 раза?

 5

Ответ: _____ с.

6. Шарик, брошенный горизонтально с высоты H с начальной скоростью v_0 , за время t пролетел в горизонтальном направлении расстояние L (см. рис.). Что произойдет с дальностью полета и ускорением шарика, если на этой же установке увеличить начальную скорость шарика в 2 раза? Сопротивлением воздуха пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:


 6

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Дальность полета	Ускорение

7. Автобус массой m , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью v , совершает торможение до полной остановки. При торможении колеса автобуса не вращаются. Коэффициент трения между колесами и дорогой равен μ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

 7

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль работы силы трения, действующей на автобус в процессе торможения
- Б) время, необходимое для полной остановки автобуса

ФОРМУЛЫ

- 1) $\mu g v$
- 2) $\frac{mv^2}{2\mu g}$
- 3) $\frac{v}{\mu g}$
- 4) $\frac{mv^2}{2}$

Ответ:

А	Б

8

8. Теплообмен между телами **не** происходит самопроизвольно, если тела
- 1) расположены в вакууме
 - 2) обладают одинаковой внутренней энергией
 - 3) имеют одинаковую температуру
 - 4) имеют одинаковую теплоемкость

Ответ:

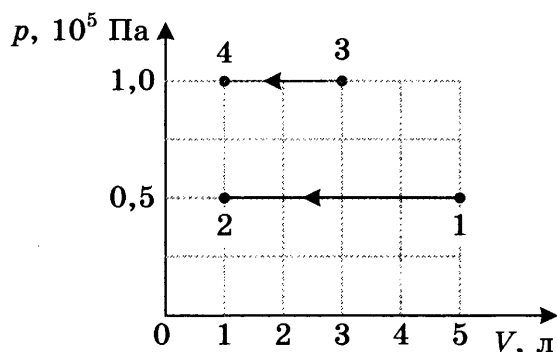
9

9. При плавлении вещество переходит из твердого состояния в жидкое. При этом
- 1) не меняется температура, возрастает внутренняя энергия
 - 2) возрастает температура, не изменяется внутренняя энергия
 - 3) не меняются ни температура, ни внутренняя энергия
 - 4) возрастают и температура, и внутренняя энергия

Ответ:

10

10. На рисунке показано сжатие водорода двумя способами: 1–2 и 3–4. Найдите отношение работ $\frac{A_{12}}{A_{34}}$ внешних сил при этих процессах.



Ответ:

11

11. В сосуде неизменного объема находилась при комнатной температуре смесь двух идеальных газов, по 1 моль каждого. Половину содержимого сосуда выпустили, а затем добавили в сосуд 1 моль первого газа. Как изменились в результате парциальное давление второго газа и их суммарное давление, если температура газов в сосуде поддерживалась неизменной?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

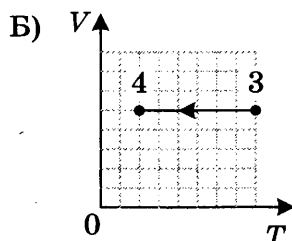
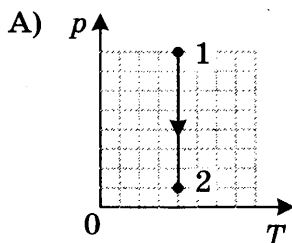
Парциальное давление второго газа	Давление смеси газов в сосуде

12

12. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль неона. Графики построены в координатах p – T и V – T , где p — давление; V — объем и T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы.

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

ГРАФИКИ



А	Б

Ответ:

УТВЕРЖДЕНИЯ

- Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- Внутренняя энергия газа уменьшается, при этом газ отдает положительное количество теплоты.

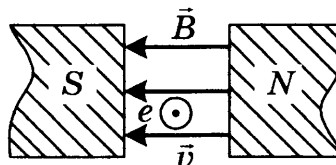
13. На плоскую непрозрачную пластину с узкими параллельными щелями падает по нормали плоская монохроматическая волна красного света. За пластиной на параллельном ей экране наблюдается картина из многих интерференционных полос. Если расстояние между щелями сделать в 2 раза меньше, то

13

- расстояние между интерференционными полосами не изменится
- расстояние между интерференционными полосами уменьшится
- интерференционная картина исчезнет
- расстояние между интерференционными полосами увеличится

Ответ:

14. Электрон e влетает в зазор между полюсами электромагнита со скоростью \vec{v} , направленной к наблюдателю, перпендикулярно плоскости рисунка (см. рисунок, где кружок с точкой показывает направление движения электрона). Как направлена действующая на него сила Лоренца \vec{F} ?



14

- горизонтально вправо \rightarrow
- горизонтально влево \leftarrow
- от наблюдателя \otimes
- к наблюдателю \odot
- вертикально вверх \uparrow
- вертикально вниз \downarrow

Ответ:

15. Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 3 мН. Расстояние между ними увеличили в 3 раза, а заряд одного из тел увеличили в 9 раз. Определите величину сил кулоновского взаимодействия.

15

Ответ: _____ мН.

16

16. При скорости v_1 поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле на концах проводника возникает разность потенциалов U . При движении этого проводника в том же направлении в той же плоскости со скоростью v_2 разность потенциалов на концах проводника увеличилась в 2 раза. Чему равно отношение скоростей $\frac{v_1}{v_2}$?

Ответ: _____ .

17

17. По проволочному резистору течет ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении силы тока вдвое следующие величины: напряжение на резисторе и его электрическое сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Напряжение на резисторе	Электрическое сопротивление резистора

18

18. В опыте нить накала лампочки расположена вблизи главной оптической оси тонкой линзы с фокусным расстоянием F перпендикулярно этой оси. Расстояние a от линзы до спирали равно $3F$. Сначала в опыте использовали рассеивающую линзу, а затем — собирающую. Установите соответствие между видом линзы, использовавшейся в опыте, и свойствами изображения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ВИД ЛИНЗЫ

- А) линза рассеивающая
- Б) линза собирающая

СВОЙСТВА ИЗОБРАЖЕНИЯ

- 1) действительное, перевернутое, уменьшенное
- 2) мнимое, прямое, уменьшенное
- 3) действительное, увеличенное, перевернутое
- 4) мнимое, увеличенное, перевернутое

Ответ:

А	Б

19. Связанная система элементарных частиц содержит 9 электронов, 13 нейтронов и 8 протонов. Эта система может являться

19

- 1) нейтральным атомом хлора $^{30}_{17}\text{Cl}$
- 2) ионом кислорода $^{21}_8\text{O}$
- 3) ионом фтора $^{22}_9\text{F}$
- 4) нейтральным атомом кислорода $^{13}_8\text{O}$

Ответ:

20. После поглощения нейтрона ядро урана ^{92}U распалось на два осколка с выделением двух нейтронов. Если один из осколков — ^{54}Xe , то второй осколок — это ядро

20

- 1) рубидия ^{37}Rb
- 2) криптона ^{36}Kr
- 3) стронция ^{38}Sr
- 4) брома ^{35}Br

Ответ:

21. В таблице приведены значения энергии для четырех самых нижних энергетических уровней атома водорода.

21

Номер уровня	Энергия, 10^{-19} Дж
1	-21,8
2	-5,4
3	-2,4
4	-1,4

Если рассматривать переходы атома только между этими уровнями, то при переходе между какими энергетическими уровнями наблюдается поглощение с наименьшей частотой?

Ответ: при переходе с уровня номер _____ на уровень номер _____.

Ответ запишите в виде двух цифр, не меняя порядок их следования.

22. На металлическую пластинку направили пучок света от лазера, вызвав фотоэффект. Интенсивность лазерного излучения плавно увеличивают, не меняя его частоты. Как меняются в результате этого следующие величины: число вылетающих в единицу времени фотоэлектронов и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов?

22

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

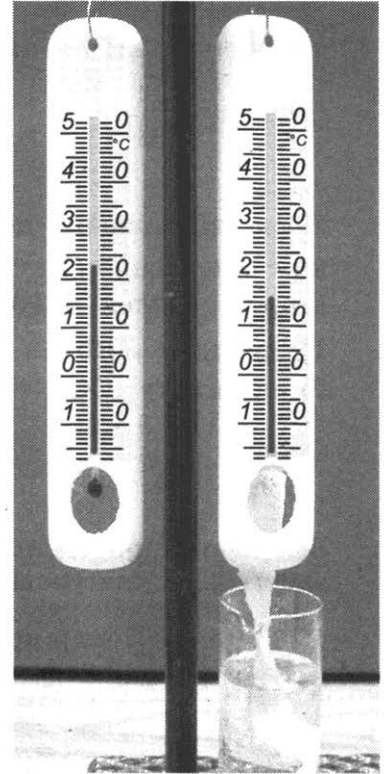
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Число фотоэлектронов в единицу времени	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов
<input type="text"/>	<input type="text"/>

23. Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра (двух термометров, колбочка одного из них обернута влажной тканью; см. фотографию) и психрометрической таблицы. Влажность указана в процентах.

Психрометрическая таблица

$t_{\text{сух. терм.}}$ °C	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43
25	100	92	84	77	70	63	57	50	44

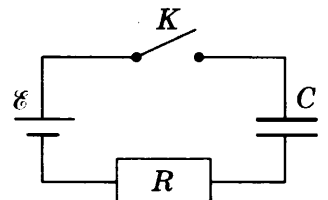


Достоверно известно, что относительная влажность воздуха в классе равна 48%. Исправен ли влажный термометр в ученическом опыте?

- 1) исправен
- 2) неисправен: должен показывать 26 °C
- 3) неисправен: должен показывать 19 °C
- 4) неисправен: должен показывать 30 °C

Ответ:

24. Конденсатор подключен к источнику тока последовательно с резистором $R = 20 \text{ кОм}$ (см. рис.). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В этот момент конденсатор полностью разряжен. Результаты измерений силы тока в цепи, выполненных с точностью $\pm 1 \text{ мкА}$, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	300	110	40	15	5	2	1

Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) Ток через резистор в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 2 с после замыкания ключа конденсатор остается полностью разряженным.

- 3) ЭДС источника тока составляет 12 В.
 4) В момент времени $t = 3$ с напряжение на резисторе равно 0,3 В.
 5) В момент времени $t = 3$ с напряжение на конденсаторе равно 6 В.

Ответ:

Часть 2

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

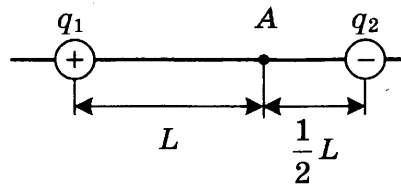
25. Кусок льда опустили в термос с водой. Начальная температура льда 0°C , начальная температура воды 15°C . Теплоемкостью термоса можно пренебречь. При переходе к тепловому равновесию часть льда массой 210 г растаяла. Чему равна исходная масса воды в термосе?

25

Ответ: _____ г.

26. Два точечных заряда: положительный $q_1 = 30$ нКл и отрицательный $q_2 = -20$ нКл — находятся в вакууме. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке А, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого и $\frac{1}{2}L$ от второго заряда. $L = 3$ м.

26



Ответ: _____ В/м.

27. Ион, заряд которого равен элементарному заряду, движется в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,15$ Тл в плоскости, перпендикулярной \vec{B} . Радиус дуги, по которой движется ион, равен 10^{-3} м. Каков импульс иона?

27

Ответ: _____ $\cdot 10^{-24}$ кг \cdot м/с.

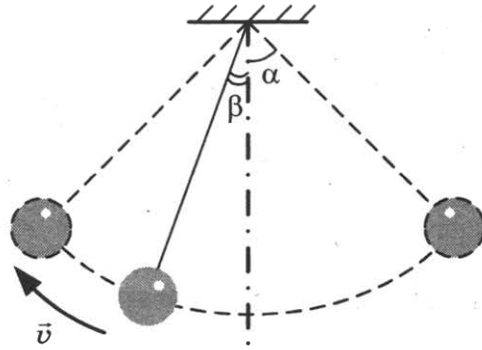
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Маленький шарик, подвешенный к потолку на легкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда

28

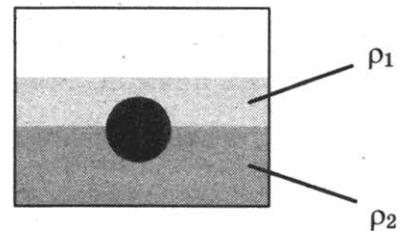
шарик движется влево вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рис.). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Сопротивление воздуха не учитывать.



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.

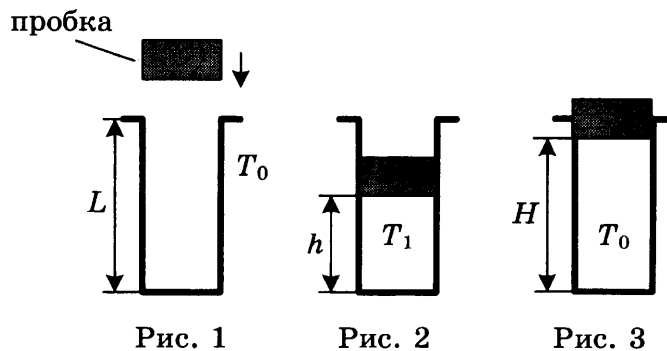
29

29. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает однородный шарик (см. рис.). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объема?

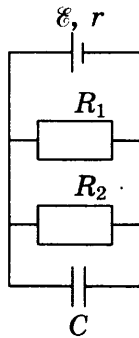


30

30. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300 \text{ К}$ находится открытый цилиндрический сосуд (см. рис. 1). Высота сосуда $L = 50 \text{ см}$. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры $T_1 = 240 \text{ К}$. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным h (см. рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46 \text{ см}$ (см. рис. 3). Чему равно h ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



31. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору емкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника \mathcal{E} , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



32. В открытый контейнер объемом 80 мл поместили изотоп полония-210 ${}^{210}_{84}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45 °С. Атмосферное давление равно 10^5 Па.

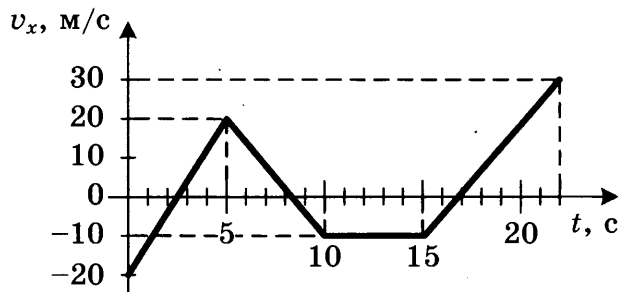
ВАРИАНТ 3

Часть 1

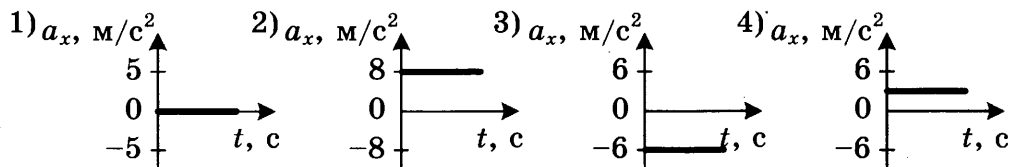
Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

1. На рисунке приведен график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t .



Какой из приведенных ниже графиков совпадает с графиком зависимости проекции ускорения этого тела a_x от времени t в интервале времени от 5 до 10 с?



Ответ:

2

2. Сила \vec{F} сообщает телу массой m ускорение \vec{a} в инерциальной системе отсчёта. Определите ускорение тела массой $2m$ под действием силы $\frac{1}{2}\vec{F}$ в этой системе отсчёта.

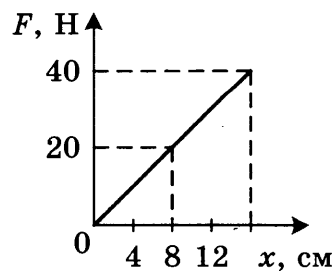
- 1) \vec{a} 2) $\frac{1}{4}\vec{a}$ 3) $\frac{1}{8}\vec{a}$ 4) $4\vec{a}$

Ответ:

3

3. На рисунке представлен график зависимости модуля силы упругости от удлинения пружины. Чему равна жёсткость пружины?

Ответ: _____ Н/м.



4. Тело массой 3 кг брошено с земли вертикально вверх со скоростью 6 м/с и через некоторое время упало обратно на землю. Какой потенциальной энергией обладало тело относительно поверхности земли в верхней точке траектории? Сопротивлением воздуха пренебречь.

	4
--	---

Ответ: _____ Дж.

5. Частота собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равна 0,6 Гц. Какой станет частота таких колебаний, если массу груза пружинного маятника уменьшить в 4 раза?

	5
--	---

Ответ: _____ Гц.

6. Деревянный шарик плавает в стакане с водой. Как изменятся сила тяжести и архимедова сила, действующие на шарик, если он будет плавать в керосине?

	6
--	---

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Сила тяжести	Архимедова сила

7. Шайба массой m съезжает с горки из состояния покоя. Ускорение свободного падения равно g . У подножия горки кинетическая энергия шайбы равна E_k . Трением пренебречь. Чему равны высота горки и модуль импульса шайбы у подножия горки?

	7
--	---

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

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) высота горки
 Б) модуль импульса шайбы у подножия горки

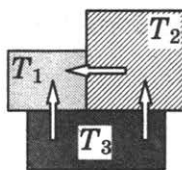
- 1) $E_k \sqrt{\frac{2m}{g}}$
- 2) $\sqrt{2mE_k}$
- 3) $\sqrt{\frac{2E_k}{gm}}$
- 4) $\frac{E_k}{gm}$

Ответ:

А	Б

8

8. Три стальных бруска привели в соприкосновение, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи. Сравните температуры брусков перед их соприкосновением.

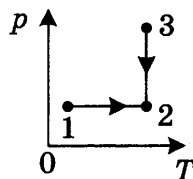


- 1) $T_1 > T_2 > T_3$
 2) $T_3 > T_2 > T_1$
 3) $T_2 > T_1 > T_3$
 4) $T_3 > T_1 > T_2$

Ответ:

9

9. Идеальный газ в количестве 2 моль участвует в процессе, показанном на диаграмме pT . Где достигается наибольший объем газа в указанном процессе?



- 1) в точке 2
 2) в точке 3
 3) на всем отрезке 1–2
 4) на всем отрезке 2–3

Ответ:

10

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 70%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Какова стала относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

11

11. Объем сосуда с идеальным газом уменьшили вдвое и добавили в сосуд такое же количество того же газа. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде, его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
 2) уменьшилась
 3) не изменилась

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

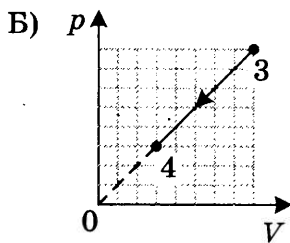
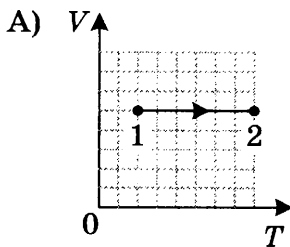
Давление газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

12

12. На рисунках приведены графики А и Б двух процессов, 1–2 и 3–4, происходящих с 1 моль гелия. Графики построены в координатах $V-T$ и $p-V$, где p — давление, V — объем, T — абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображенные на графиках процессы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

УТВЕРЖДЕНИЯ

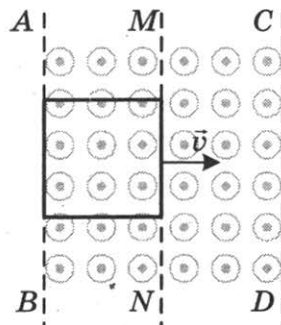


- 1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
- 2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.
- 3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
- 4) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

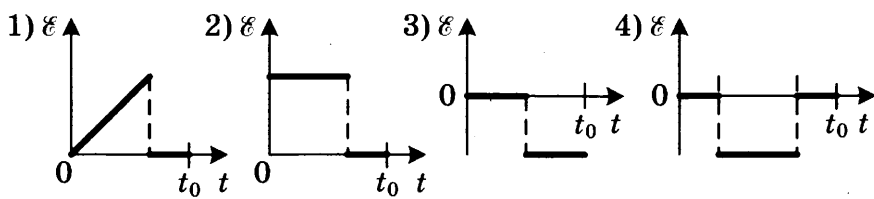
Ответ:

А	Б

13. В области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD , создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно его силовым линиям (см. рис.). Какой из графиков отражает зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN , а в момент времени t_0 задней стороной пересекает линию CD ?

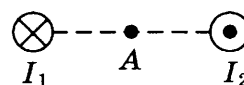


13



Ответ:

14. Магнитное поле создано в точке A двумя параллельными длинными прямыми проводниками с токами I_1 и I_2 , расположенными перпендикулярно плоскости чертежа. Определите направление векторов \vec{B}_1 и \vec{B}_2 соответствующих токов в точке A .



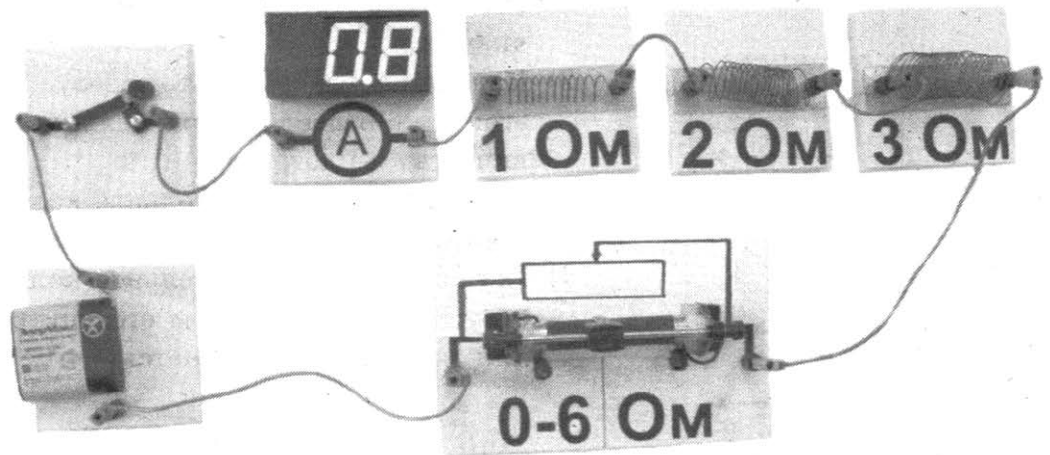
14

- 1) \vec{B}_1 — вверх, \vec{B}_2 — вниз
- 2) \vec{B}_1 — вверх, \vec{B}_2 — вверх
- 3) \vec{B}_1 — вниз, \vec{B}_2 — вверх
- 4) \vec{B}_1 — вниз, \vec{B}_2 — вниз

Ответ:

15

15. На фотографии показана электрическая цепь. Показания включённого в цепь амперметра даны в амперах.

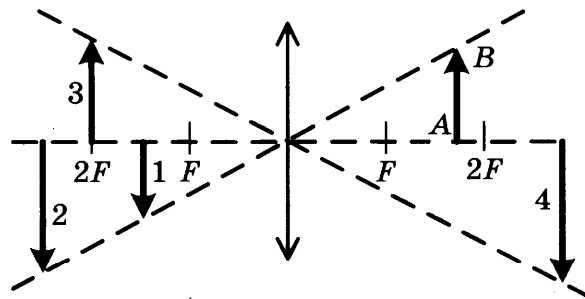


Какое напряжение покажет идеальный вольтметр, если его подключить параллельно резистору 3 Ом?

Ответ: _____ В.

16

16. Какой из образов 1–4 служит изображением предмета AB в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?



Ответ: образ _____.

17

17. При настройке колебательного контура радиопередатчика его индуктивность уменьшили. Как при этом изменятся период колебаний тока в контуре и частота излучаемых волн?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Период колебаний тока в контуре	Частота излучаемых волн

18

18. Колебательный контур состоит из катушки индуктивностью L и конденсатора ёмкостью C . В процессе свободных электромагнитных колебаний, происходящих в этом контуре, максимальный заряд пластины конденсатора равен q .

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. Сопоставлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) максимальная энергия электрического поля конденсатора
 Б) максимальная сила тока, протекающего через катушку

- 1) $\frac{q^2}{2C}$
 2) $q\sqrt{\frac{C}{L}}$
 3) $\frac{q}{\sqrt{LC}}$
 4) $\frac{Cq^2}{2}$

Ответ:

А	Б

19. Связанная система элементарных частиц содержит 3 нейтрона, 4 протона и 2 электрона. Эта система может являться

- 1) нейтральным атомом углерода ${}^6_6\text{C}$
 2) нейтральным атомом гелия ${}^4_2\text{He}$
 3) ионом лития ${}^9_3\text{Li}$
 4) ионом бериллия ${}^7_4\text{Be}$

Ответ:

19

20. Ядро магния ${}^{21}_{12}\text{Mg}$ захватило электрон и испустило протон. Какое ядро образовалось в результате такой реакции?

- 1) ${}^{21}_{10}\text{Ne}$ 2) ${}^{20}_{12}\text{Mg}$ 3) ${}^{20}_{10}\text{Ne}$ 4) ${}^{22}_{14}\text{Si}$

Ответ:

20

21. Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 400$ нм, другой — с длиной волны $\lambda_2 = 650$ нм. Чему равно отношение импульсов $\frac{p_1}{p_2}$ фотонов, излучаемых лазерами?

Ответ: _____.

21

22. Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны равна ν , скорость света в воде равна v , показатель преломления воды относительно воздуха равен n .

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.

22

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) длина волны света в воздухе
 Б) длина волны света в воде

- 1) $\frac{v}{n \cdot v}$
 2) $\frac{n \cdot v}{v}$
 3) $\frac{n \cdot v}{v}$
 4) $\frac{v}{v}$

Ответ:

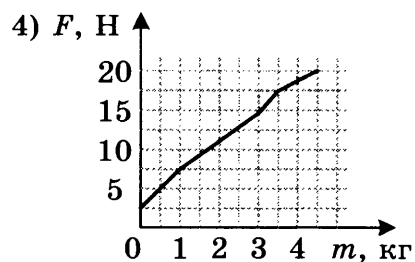
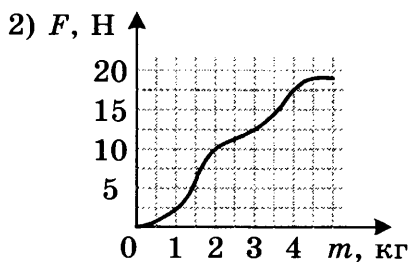
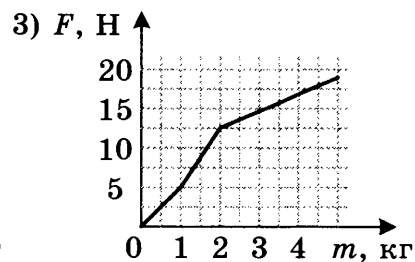
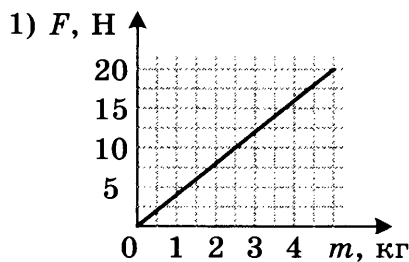
А	Б

23

23. На одной из планет исследовали зависимость силы тяжести от массы тела. Результаты измерений представлены в таблице.

m , кг	1	2,5	3	3,5	4	4,5
F , Н	2,5	10,0	12,5	15	17,5	18,5

Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1,5 Н. Какой из графиков построен правильно, с учётом всех результатов измерений и их погрешностей?



Ответ:

24

24. В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. Изменение заряда конденсатора в колебательном контуре с течением времени показано в таблице.

t , 10^{-6} с	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18
q , 10^{-9} Кл	2	1,42	0	-1,42	-2	-1,42	0	1,42	2	1,42

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре:

- 1) Период колебаний равен $4 \cdot 10^{-6}$ с.
- 2) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с энергия катушки максимальна.
- 3) В момент $t = 8 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора минимальна.
- 4) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
- 5) Частота колебаний равна 62,5 кГц.

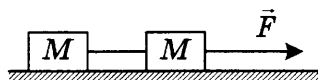
Ответ:

--	--

Часть 2

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

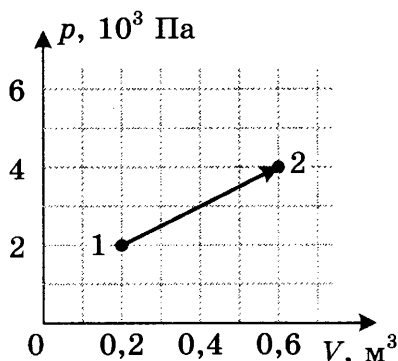
25. Два одинаковых груза массы M связаны нерастяжимой и невесомой нитью. Грузы движутся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к одному из грузов (см. рис.). Минимальная величина силы \vec{F} , при которой нить обрывается, равна 12 Н. При какой силе натяжения нить обрывается?



	25
--	----

Ответ: _____ Н.

26. Во время опыта абсолютная температура воздуха в сосуде под поршнем повысилась в 2 раза. При этом воздух перешёл из состояния 1 в состояние 2 (см. рис.). Сквозь зазор в поршне мог просачиваться воздух. Рассчитайте отношение $\frac{N_2}{N_1}$ числа молекул газа в сосуде в конце и начале опыта. Воздух считать идеальным газом.



	26
--	----

Ответ: _____.

27. В области пространства, где находится частица массой m с зарядом $2 \cdot 10^{-11}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 4000 В/м. Частица, начав двигаться из состояния покоя, за 3 с переместилась по горизонтали на 10 м? Какова масса частицы? Сопротивлением воздуха пренебречь.

	27
--	----

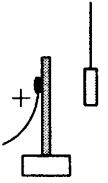
Ответ: _____ мг.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

28. Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на непроводящей нити легкую стальную незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме электрофорной машины, подав на пластину положительный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.



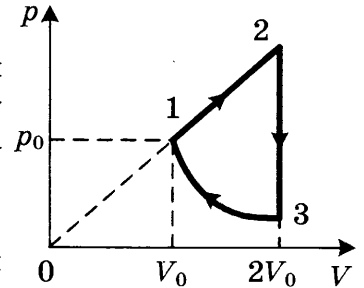
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29

29. На краю стола высотой $h = 1,25$ м лежит пластилиновый шарик массой $m = 100$ г. На него со стороны стола налетает по горизонтали второй пластилиновый шарик, имеющий скорость $v = 0,9$ м/с. Какой должна быть масса второго шарика, чтобы точка приземления шариков на пол была дальше от стола, чем заданное расстояние $L = 0,3$ м? (Удар считать центральным.)

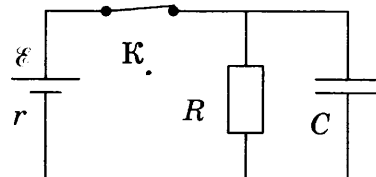
30

30. На рисунке показан циклический процесс, который проводят с одноатомным идеальным газом. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = 370$ Дж. Масса газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты $|Q_{\text{хол}}|$, отданное газом за цикл холодильнику.



31

31. На рисунке показана электрическая схема, в которой ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, сопротивление резистора $R = 25$ Ом, заряд конденсатора 2 мкКл. В начальный момент ключ K замкнут. После размыкания ключа K в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты 20 мкДж. Найдите внутреннее сопротивление батарейки r .



32

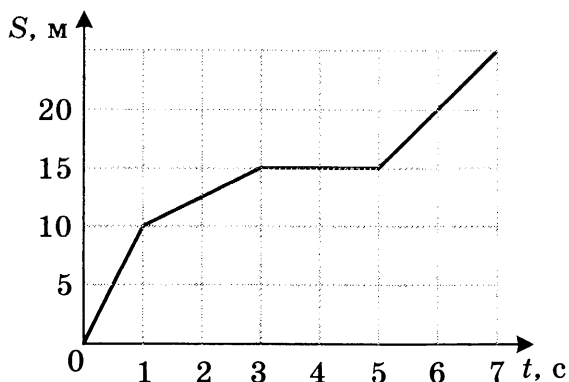
32. В опыте наблюдается фотоэффект при облучении металлической пластины светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна $3,7$ эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости \vec{E} направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

ВАРИАНТ 4

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запяток и других дополнительных символов. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости пути S , пройденного материальной точкой, от времени t . Определите интервал времени после начала движения, когда точка двигалась со скоростью 5 м/с.

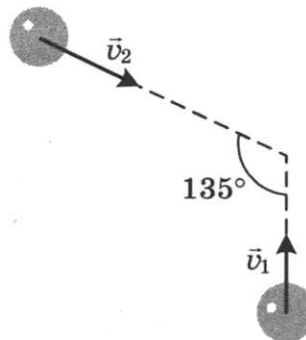


- 1) от 3 до 5 с 2) от 1 до 3 с 3) от 0 до 1 с 4) от 5 до 7 с

Ответ:

1

2. Одинаковые шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и при столкновении слипаются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если $v_2 = \sqrt{2}v_1$?



- 1) → 3) ↑
2) ← 4) ↓

Ответ:

2

3. Тележка движется по гладкому горизонтальному столу. Ее толкают с силой $F = 6$ Н в направлении движения. Ускорение тележки в инерциальной системе отсчета равно 3 м/с². Какова масса тележки?

Ответ: _____ кг.

3

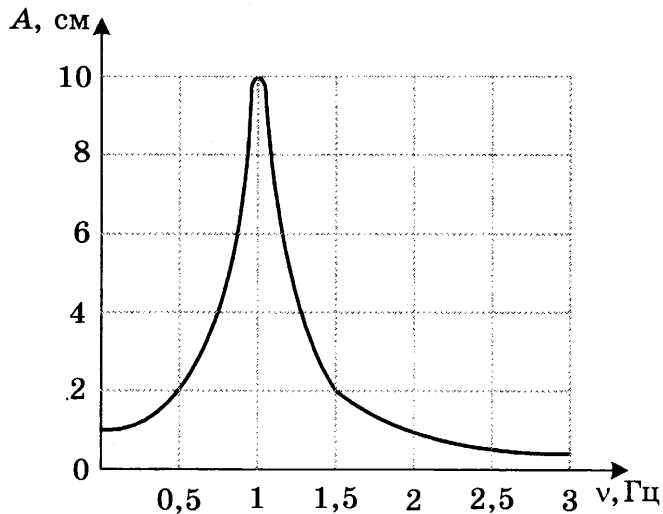
4. Под действием силы 3 Н пружина удлинилась на 4 см. Чему равен модуль силы, под действием которой удлинение этой пружины составит 6 см?

Ответ: _____ Н.

4

5

5. На рисунке изображена зависимость амплитуды установившихся колебаний маятника от частоты вынуждающей силы (резонансная кривая). Во сколько раз увеличилась максимальная скорость маятника при переходе от частоты 0,5 Гц к частоте 1,5 Гц?



Ответ: увеличилась в _____ раз.

6

6. На шероховатой наклонной плоскости покоится деревянный брусок. Угол наклона плоскости увеличили, но брусок относительно плоскости остался в покое. Как изменились при этом сила трения покоя, действующая на брусок, и коэффициент трения бруска о плоскость? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

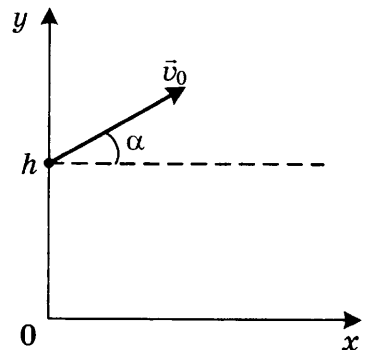
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила трения покоя, действующая на брусок	Коэффициент трения бруска о плоскость

7

7. Мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рис.). Сопротивлением воздуха пренебречь. Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полета, от времени t .

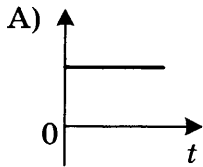
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.)



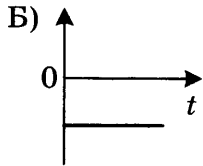
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ



- 1) потенциальная энергия мячика
- 2) полная механическая энергия мячика
- 3) кинетическая энергия мячика
- 4) проекция ускорения мячика на ось y



Ответ:

А	Б

8. Хаотичность теплового движения молекул газа приводит к тому, что
- 1) плотность газа одинакова в любой точке занимаемого им сосуда
 - 2) плотность вещества в газообразном состоянии меньше плотности этого вещества в жидком состоянии
 - 3) газ гораздо легче сжать, чем жидкость
 - 4) при одновременном охлаждении и сжатии газ превращается в жидкость

8

Ответ:

9. Парциальное давление водяного пара в атмосфере в субботу было выше, чем в воскресенье. Температура воздуха в эти дни оставалась постоянной. Относительная влажность воздуха
- 1) в воскресенье была больше, чем в субботу
 - 2) в эти дни была одинаковой, так как не менялось давление насыщенного пара
 - 3) в субботу была больше, чем в воскресенье
 - 4) в эти дни была одинаковой, так как изменялись и парциальное давление водяного пара в атмосфере, и давление насыщенного пара

9

Ответ:

10. Температура тела 1 равна $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; тела 2 равна 283 K , тела 3 равна $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Запишите номера этих тел по возрастанию температуры.

10

Ответ: _____ .

11. В ходе адиабатного процесса внутренняя энергия 1 моль разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его давление?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

11

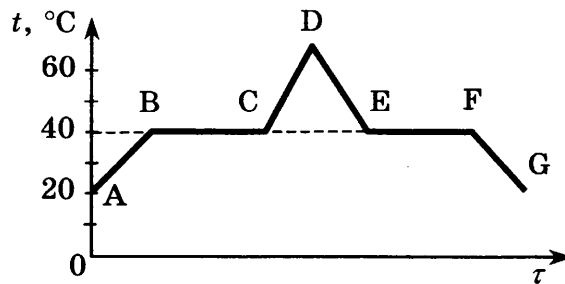
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Температура гелия	Давление гелия

12

12. В начальный момент в сосуде под легким поршнем находится только жидкий эфир. На рисунке показан график зависимости температуры t эфира от времени τ его нагревания и последующего охлаждения. Установите соответствие между процессами, происходящими с эфиром, и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕССЫ

- А) конденсация эфира
 Б) нагревание жидкого эфира

УЧАСТКИ ГРАФИКА

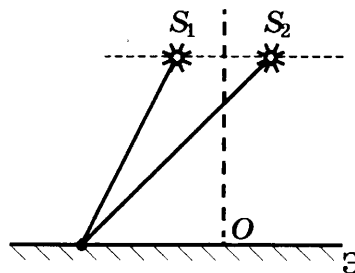
- 1) AB
 2) CD
 3) DE
 4) EF

Ответ:

А	Б

13

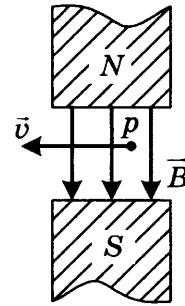
13. Точечные источники света S_1 и S_2 находятся близко друг от друга и создают на удаленном экране Э устойчивую интерференционную картину (см. рис.). Это возможно, если S_1 и S_2 — малые отверстия в непрозрачном экране, освещенные



- 1) плоской монохроматической световой волной
- 2) одно зеленым светом, а другое красным светом
- 3) одно лампочкой накаливания, а другое горячей свечой
- 4) каждое своей лампочкой накаливания

Ответ:

14. Протон p , влетевший в зазор между полюсами электромагнита, имеет скорость \vec{v} , которая перпендикулярна вектору индукции \vec{B} магнитного поля, направленному вертикально (см. рис.). Как направлена действующая на протон сила Лоренца \vec{F} ?



14

- 1) горизонтально влево \leftarrow
- 2) от наблюдателя \otimes
- 3) вертикально вверх \uparrow
- 4) к наблюдателю \odot

Ответ:

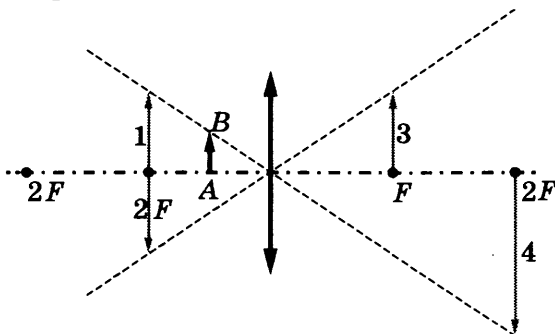
15. К батарее с внутренним сопротивлением 2 Ом подключили резистор с сопротивлением 4 Ом. При этом сила тока в цепи оказалась равной 3 А. Какова ЭДС батареи?

15

Ответ: _____ В.

16. Какой из образов 1–4 служит мнимым изображением предмета AB в тонкой линзе с фокусным расстоянием F ?

16



Ответ: образ № _____ .

17. Плоский воздушный конденсатор с диэлектриком между пластинами подключен к аккумулятору. Не отключая конденсатор от аккумулятора, диэлектрик удалили из конденсатора. Как изменятся при этом емкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

17

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Емкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется со скоростью v по окружности радиусом R перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля. Действием силы тяжести пренебречь.

18

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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу
 Б) индукция магнитного поля

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{qR}{mv}$
 2) qvR
 3) $\frac{mv}{qR}$
 4) $\frac{mv^2}{R}$

Ответ:

А	Б

19

19. Связанная система элементарных частиц содержит 13 нейтронов, 17 протонов и 17 электронов. Эта система частиц является

- 1) ионом хлора ${}_{17}^{30}\text{Cl}$
 2) ионом алюминия ${}_{13}^{30}\text{Al}$
 3) нейтральным атомом алюминия ${}_{13}^{30}\text{Al}$
 4) нейтральным атомом хлора ${}_{17}^{30}\text{Cl}$

Ответ:

20

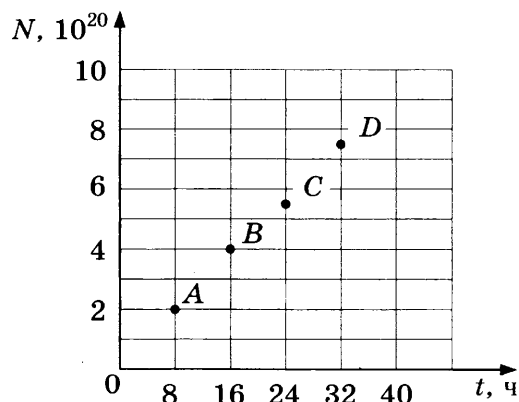
20. Деление ядра урана тепловыми нейтронами описывается реакцией ${}_0^1n + {}_{92}^{235}\text{U} \longrightarrow {}_X^Y\text{Z} + {}_{56}^{139}\text{Ba} + 3{}_0^1n + 7\gamma$. При этом образовалось ядро химического элемента ${}_X^Y\text{Z}$. Какое ядро образовалось?

- 1) ${}_{36}^{88}\text{Kr}$ 2) ${}_{36}^{94}\text{Kr}$ 3) ${}_{42}^{88}\text{Mo}$ 4) ${}_{42}^{94}\text{Mo}$

Ответ:

21

21. Из ядер эрбия ${}_{68}^{171}\text{Er}$ при β -распаде с периодом полураспада 8 ч образуются ядра тулия с периодом полураспада 2 года. В момент начала наблюдения в образце содержится $8 \cdot 10^{20}$ ядер эрбия. Через какую из точек, кроме начала координат, пройдет график зависимости от времени числа ядер тулия (см. рис.)?



Ответ: через точку _____.

22. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов из электронной оболочки атома. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Заряд ядра	Число нуклонов в ядре

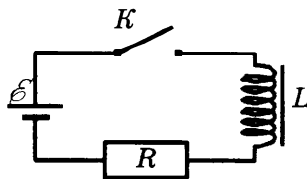
23. Ученик измерял силу тяжести, действующую на груз. Показания динамометра приведены на фотографии. Погрешность изменения равна цене деления динамометра. В каком случае показания динамометра записаны верно?

- 1) $(4,3 \pm 0,1) \text{ Н}$
- 2) $(4,3 \pm 0,2) \text{ Н}$
- 3) $(4,6 \pm 0,1) \text{ Н}$
- 4) $(4,3 \pm 0,3) \text{ Н}$

Ответ:



24. Катушка индуктивности подключена к источнику тока с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением через резистор $R = 60 \text{ Ом}$ (см. рис.). В момент $t = 0$ ключ K замыкают. Значения силы тока в цепи, измеренные в последовательные моменты времени с точностью $\pm 0,01 \text{ А}$, представлены в таблице.



$t, \text{ с}$	0	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$I, \text{ А}$	0	0,12	0,19	0,23	0,26	0,28	0,29	0,30	0,30

Выберите два верных утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте.

- 1) В опыте наблюдаются колебания силы тока в цепи.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа ток через катушку достиг минимального значения.
- 3) ЭДС источника тока составляет 18 В.
- 4) В момент времени $t = 2,0$ с ЭДС самоиндукции катушки равна 2,4 В.
- 5) В момент времени $t = 3,0$ с напряжение на резисторе равно 15 В.

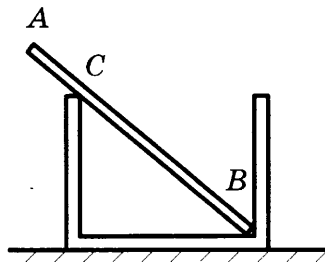
Ответ:

Часть 2

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

25

25. Однородный массивный стержень AB покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом B и опираясь на край банки в точке C (см. рис.). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке C , равен 0,5 Н. Вертикальная составляющая силы, с которой стержень давит на сосуд в точке B , равна по модулю 0,6 Н, а ее горизонтальная составляющая равна по модулю 0,3 Н. Чему равна сила тяжести, действующая на стержень? Трением пренебречь.



Ответ: _____ Н.

26

26. Кусок льда, имеющий температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, помещен в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лед в воду температурой $16\text{ }^{\circ}\text{C}$, требуется количество теплоты 80 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лед получит от нагревателя количество теплоты 60 кДж? Теплоемкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

Ответ: _____ $^{\circ}\text{C}$.

27

27. В области пространства, где находится частица с зарядом $2 \cdot 10^{-11}$ Кл, создано однородное горизонтальное электрическое поле напряженностью 5000 В/м. Какова масса частицы, если за 2 с она переместилась по горизонтали на расстояние 0,4 м от точки, из которой она начала двигаться из состояния покоя? Сопротивлением воздуха и действием силы тяжести пренебречь.

Ответ: _____ мг.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

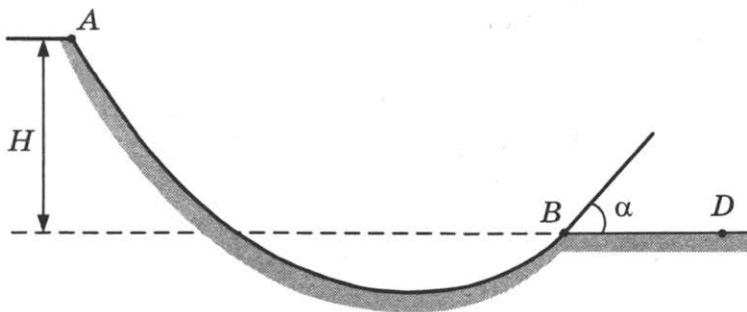
28. На площадку падает зеленый свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые Вы использовали при обосновании своего ответа.

28

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.

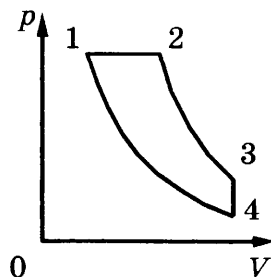
29. Массивная шайба начинает движение по желобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D , находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рис.). Найдите массу шайбы, если $BD = 2$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.

29



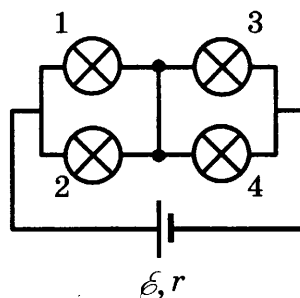
30. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на pV -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе ΔT_{12} к изменению его температуры ΔT_{34} при изохорном процессе.

30



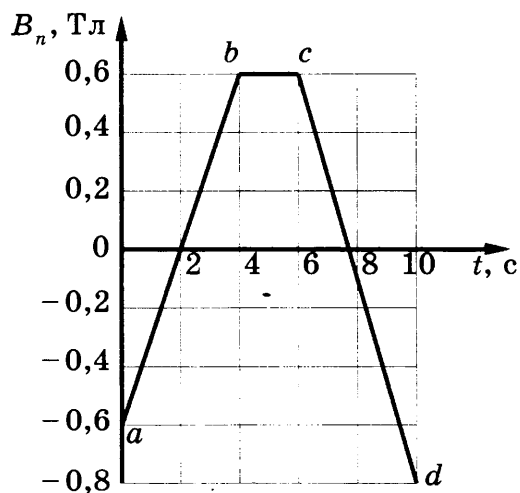
31

31. Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображенной на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2 $R_1 = 20$ Ом, ламп 3 и 4 $R_2 = 10$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 5$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В.



32

32. Проволочная рамка с сопротивлением $R = 0,2$ Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10$ с в рамке выделилось количество теплоты $Q = 4,1$ мДж. Какова площадь рамки?

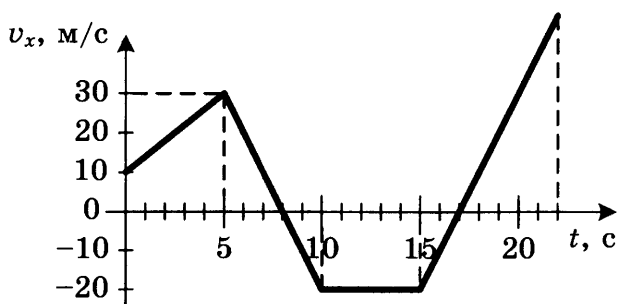


ВАРИАНТ 5

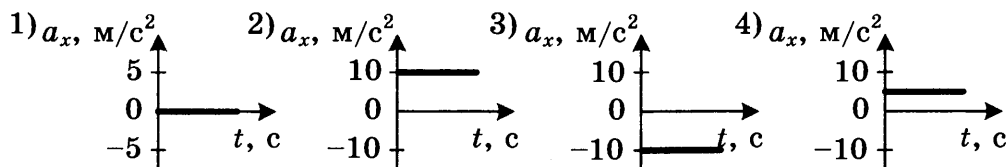
Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке приведен график зависимости проекции скорости тела от времени.

1


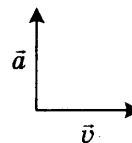
Какой из приведенных ниже графиков совпадает с графиком зависимости проекции ускорения этого тела a_x в интервале времени от 5 до 10 с?



Ответ:

2

2. В инерциальной системе отсчёта векторы скорости и ускорения материальной точки направлены так, как показано на рисунке. Определите направление вектора равнодействующей силы, действующей на материальную точку в этой системе отсчета.



- 1) \rightarrow 2) \uparrow 3) \nearrow 4) \downarrow

Ответ:

3

3. Расстояние от космического корабля до поверхности Земли равно двум радиусам Земли. Во сколько раз увеличится сила притяжения корабля к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным радиусу Земли?

Ответ: увеличится в _____ раз(а).

4

4. Тело движется по прямой в одном направлении. Импульс тела уменьшился с 25 кг·м/с до 15 кг·м/с за некоторое время под действием постоянной силы 5 Н. Сколько времени для этого потребовалось?

Ответ: _____ с.

5

5. Частота собственных малых вертикальных колебаний пружинного маятника равна 6 Гц. Какой станет частота таких колебаний пружинного маятника, если массу его груза уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ Гц.

6

6. Камень брошен вверх под углом к горизонту. Как меняются с набором высоты потенциальная энергия камня в поле тяжести и горизонтальная составляющая его скорости? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

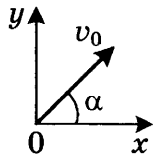
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Потенциальная энергия камня	Горизонтальная составляющая скорости камня

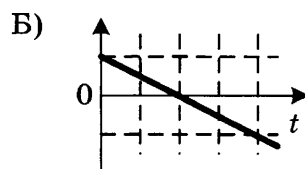
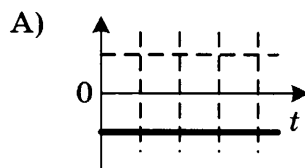
7

7. В момент $t = 0$ камень бросили с поверхности земли под углом к горизонту. Считая сопротивление воздуха малым, установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) проекция скорости камня на ось Oy
- 2) проекция скорости камня на ось Ox
- 3) проекция ускорения камня на ось Oy
- 4) кинетическая энергия камня

Ответ:

А	Б

8. Если толчёный мел размешать в воде, то частицы мела будут долго «висеть» в толще воды, не оседая на дно. Это явление объясняется тем, что

8

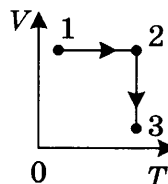
- 1) вода выталкивает их вверх согласно закону Архимеда
- 2) частицы мела совершают броуновское движение в воде
- 3) Земля не притягивает столь мелкие частицы
- 4) температура частиц мела выше температуры воды

Ответ:

9. Постоянная масса идеального газа участвует в процессе, показанном на диаграмме VT . Где достигается наибольшее давление газа в этом процессе?

9

- 1) в точке 1
- 2) в точке 3
- 3) на всем отрезке 1–2
- 4) на всем отрезке 2–3



Ответ:

10. Определите количество теплоты, которое необходимо для нагревания свинцовой детали массой 30 г от 25 °С до 125 °С.

10

Ответ: _____ Дж.

11. В сосуде под подвижным поршнем находится идеальный газ массой m при температуре T . Массу газа увеличили в 2 раза, а температуру уменьшили в 3 раза. Как изменяются при этом давление газа и внутренняя энергия газа под поршнем? Трением поршня о стенки сосуда пренебречь.

11

Для каждой величины выберите соответствующий характер изменения:

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

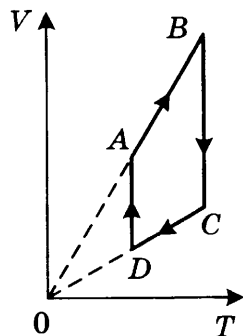
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Давление газа	Внутренняя энергия газа

12. На диаграмме VT показан циклический процесс, проведённый с одним молем идеального газа. Установите соответствие между участками цикла и изменениями физических величин на этих участках (ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа газа).

12

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



УЧАСТОК ЦИКЛА

ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- А) BC
- Б) AB

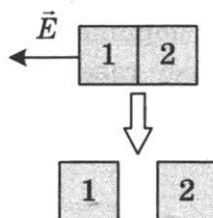
- 1) $\Delta U = 0, A > 0$
- 2) $\Delta U = 0, A < 0$
- 3) $\Delta U < 0, A = 0$
- 4) $\Delta U > 0, A > 0$

Ответ:

А	Б

13

13. Два незаряженных стеклянных кубика 1 и 2 сблизил в плотную и поместили в электрическое поле. Напряженность электрического поля направлена горизонтально влево (см. рис.). Затем кубики быстро раздвинули, а затем убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?

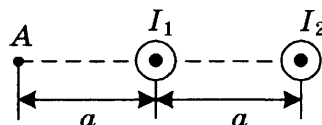


- 1) заряды первого и второго кубиков положительны
- 2) заряды первого и второго кубиков отрицательны
- 3) заряды первого и второго кубиков равны нулю
- 4) заряд первого кубика отрицателен, заряд второго — положителен

Ответ:

14

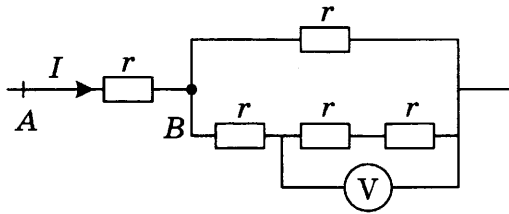
14. Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рис.). Как направлены векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке А?



- 1) \vec{B}_1 — вверх, \vec{B}_2 — вверх
- 2) \vec{B}_1 — вниз, \vec{B}_2 — вниз
- 3) \vec{B}_1 — вверх, \vec{B}_2 — вниз
- 4) \vec{B}_1 — вниз, \vec{B}_2 — вверх

Ответ:

15. Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 4$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку AB идёт ток $I = 4$ А.



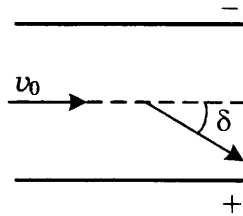
Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

Ответ: _____ В.

16. Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отраженным лучами равен 30° . Чему равен угол между отраженным лучом и зеркалом?

Ответ: _____ градусов.

17. Электрон влетает в однородное электрическое поле между пластинами плоского конденсатора (см. рис.). Начальная скорость электрона параллельна пластинам, при вылете из конденсатора его скорость направлена под углом δ к первоначальному направлению движения.



Как изменятся модуль ускорения и время пролёта электроном конденсатора при увеличении напряжённости электрического поля в конденсаторе?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Модуль ускорения электрона	Время пролёта конденсатора

18. Участок цепи постоянного тока содержит резистор. Установите соответствие между формулами для вычисления физических величин и названиями этих величин.

В формулах использованы обозначения: I — сила тока на участке цепи; U — напряжение на участке цепи, R — сопротивление резистора.

15

16

17

18

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

ФОРМУЛЫ

А) $\frac{U^2}{R}$

Б) IR

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) заряд, протекший через резистор

2) напряжение на резисторе

3) мощность тока, выделяющаяся на резисторе

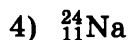
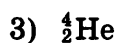
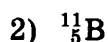
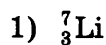
4) сила тока через резистор

Ответ:

А	Б

19

19. Какое из перечисленных ниже ядер содержит 6 нейтронов?



Ответ:

20

20. Ядро полония ${}^{216}_{84}\text{Po}$ образовалось в результате двух последовательных α -распадов некоторого ядра. Это ядро



Ответ:

21

21. Один лазер излучает монохроматический свет с длиной волны $\lambda_1 = 700$ нм, другой — с длиной волны $\lambda_2 = 350$ нм. Чему равно отношение энергий $\frac{E_1}{E_2}$ фотонов, излучаемых лазерами?

Ответ: _____.

22

22. В опыте наблюдается фотоэффект при падении монохроматического света с длиной волны λ на поверхность металла. Фотоэлектроны тормозятся электрическим полем.

Как изменятся работа выхода электронов с поверхности металла и запирающее напряжение, если уменьшить длину волны падающего света? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится

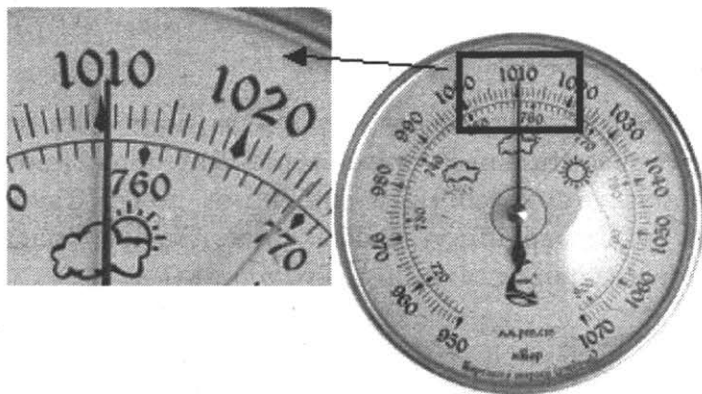
2) уменьшится

3) не изменится

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

Работа выхода	Запирающее напряжение

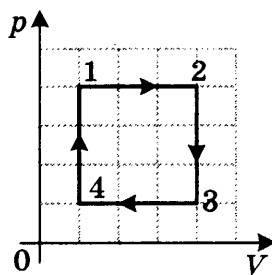
23. На рисунке показаны барометр и часть его шкалы. Абсолютная погрешность измерения давления в мм рт. ст. равна цене деления барометра. Укажите верную запись показаний прибора.



- 1) (758 ± 1) мм рт. ст.
- 2) $(758,0 \pm 0,5)$ мм рт. ст.
- 3) (1010 ± 1) мм рт. ст.
- 4) (762 ± 1) мм рт. ст.

Ответ:

24. На рисунке в координатах p - V показан циклический процесс 1-2-3-4-1, который совершает один моль идеального одноатомного газа. Из предложенного перечня выберите два верных утверждения и укажите их номера.



- 1) В процессе 1-2 внутренняя энергия газа увеличивается.
- 2) В процессе 2-3 газ совершает положительную работу.
- 3) В процессе 3-4 газу сообщают некоторое количество теплоты.
- 4) В процессе 4-1 температура газа увеличивается в 4 раза.
- 5) Работа, совершённая газом в процессе 1-2, в 3 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3-4.

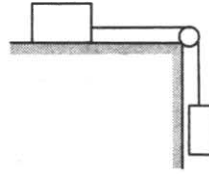
Ответ:

Часть 2

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

25

25. По горизонтальному столу из состояния покоя движется брусок массой $0,6$ кг, соединенный с гирей массой $0,15$ кг невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок (см. рис.). Гиря движется с ускорением $0,4$ м/с². Определите коэффициент трения бруска о поверхность стола.



Ответ: _____.

26

26. В однородном горизонтальном магнитном поле с индукцией $0,02$ Тл находится горизонтальный прямолинейный проводник, расположенный перпендикулярно линиям индукции поля. Какой ток следует пропустить по проводнику, чтобы сила Ампера уравновесила силу тяжести? Масса проводника 20 г, его длина 1 м.

Ответ: _____ А.

27

27. Предмет расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Расстояние от предмета до линзы равно 30 см. Оптическая сила линзы 10 дптр. Определите расстояние от линзы до изображения предмета.

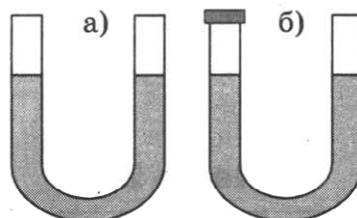
Ответ: _____ см.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

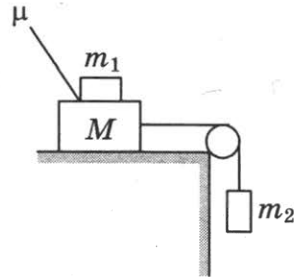
28

28. В помещении находится открытая сверху U-образная трубка, в которую налита ртуть (рис. а). Левое колено трубки плотно закрывают пробкой (рис. б), после чего температуру в помещении увеличивают. Что произойдёт с уровнями ртути в коленах трубки? Атмосферное давление считать неизменным. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



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

29. Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,3$. Пусть $M = 2,4$ кг, $m_1 = m_2 = m$. Считать, что поверхность стола — горизонтальная и гладкая. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



30. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 4$ м³ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой 1 моль неона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы неона — нет. Начальная температура гелия равна температуре неона: $T = 400$ К. Определите внутреннюю энергию газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, после установления равновесия в системе.

31. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рис.). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра $\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение мощностей $\frac{P_2}{P_1}$, выделяемых на амперметрах в этих схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

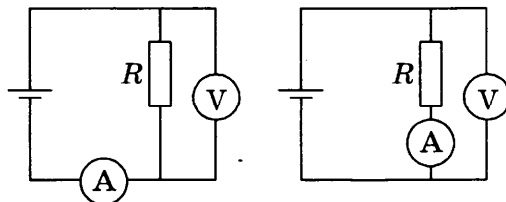


Схема 1

Схема 2

32. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Работа выхода электронов из кальция равна $A_{\text{вых}} = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R = 4$ мм. Каков модуль индукции магнитного поля B ?

4. Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Каково отношение массы грузовика к массе легкового автомобиля, если отношение значений их потенциальной энергии относительно уровня воды равно 1,5?

	4
--	---

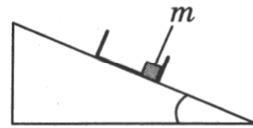
Ответ: _____.

5. Сосновый брус объемом $0,06 \text{ м}^3$ плавает в воде, погружившись на $0,4$ своего объема. Определите выталкивающую (архимедову) силу, действующую на брус.

	5
--	---

Ответ: _____ Н.

6. С вершины наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением легкая коробочка, в которой находится груз массой m (см. рис.). Как изменятся ускорение при движении по наклонной плоскости и модуль работы силы тяжести, если с той же наклонной плоскости будет скользить та же коробочка с грузом массой $2m$? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:



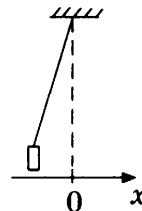
	6
--	---

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

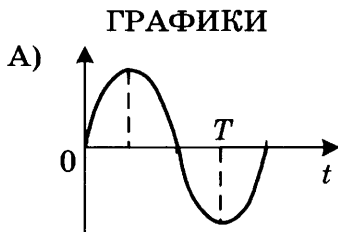
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Ускорение	Модуль работы силы тяжести

7. Груз, привязанный к нити, отклонили от положения равновесия и отпустили из состояния покоя (см. рис.). На графиках А и Б показано изменение физических величин, характеризующих движение груза после этого. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

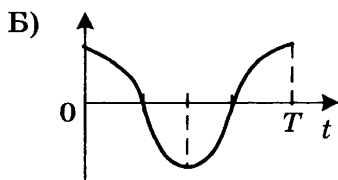


	7
--	---



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) кинетическая энергия E_k
- 2) координата x
- 3) проекция импульса p_x
- 4) проекция ускорения a_x



Ответ:

А	Б

8

8. Броуновским движением можно считать

- 1) процесс растворения поваренной соли в воде
- 2) беспорядочное движение мошек, роящихся вечером под фонарем
- 3) беспорядочное движение микроскопических капелек жира в молоке
- 4) проникновение кислорода в глубинные слои водоема

Ответ:

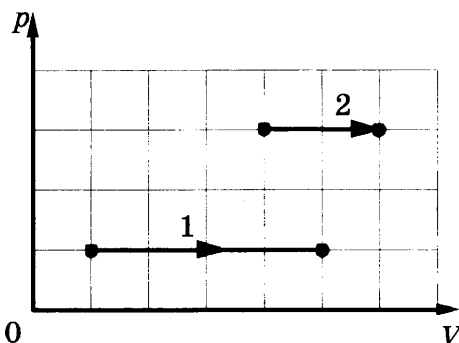
9

9. В одном сосуде находится кислород, а в другом — углекислый газ. Средние значения кинетической энергии поступательного теплового движения молекул кислорода и молекул углекислого газа одинаковы в том случае, если у этих газов одинаковы значения

- 1) концентрации частиц
- 2) объема
- 3) массы
- 4) температуры

Ответ:

10

10. На pV -диаграмме показаны два процесса, проведенные с одним и тем же количеством газообразного неона. Определите отношение работ $\frac{A_2}{A_1}$ в этих процессах.

Ответ: _____.

11

11. Объем сосуда с идеальным газом уменьшили вдвое и добавили в сосуд такую же массу того же газа. Температура в сосуде поддерживается постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Давление газа в сосуде	Внутренняя энергия газа в сосуде

12

12. Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (N — число частиц, p — давление, V — объем, T — абсолютная температура, Q — количество теп-

лоты.) К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

- А) изохорный процесс при $N = \text{const}$
- Б) адиабатный процесс при $N = \text{const}$

ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{p}{T} = \text{const}$
- 2) $\frac{V}{T} = \text{const}$
- 3) $pV = \text{const}$
- 4) $Q = 0$

Ответ:

А	Б

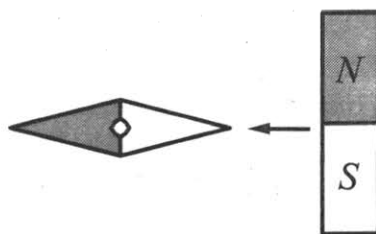
13. Узкий пучок белого света после прохождения через стеклянную призму дает на экране спектр. Укажите правильную последовательность цветов в спектре.

- 1) желтый — оранжевый — голубой — зеленый
- 2) желтый — оранжевый — зеленый — голубой
- 3) зеленый — голубой — синий — фиолетовый
- 4) голубой — синий — зеленый — фиолетовый

Ответ:

14. Магнитная стрелка компаса зафиксирована на оси (северный полюс затемнен, см. рис.). К компасу поднесли сильный постоянный половой магнит и освободили стрелку. В каком положении установится стрелка?

- 1) повернется на 90° против часовой стрелки
- 2) останется в прежнем положении
- 3) повернется на 90° по часовой стрелке
- 4) повернется на 180°



Ответ:

15. Два неподвижных точечных заряда действуют друг на друга с силами, модуль которых равен 2 мН. Чему станет равен модуль этих сил, если один заряд увеличить в 2 раза, а расстояние между ними уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ мН.

 13
 14
 15

16

16. В цепи из двух одинаковых последовательно включенных резисторов за час выделяется количество теплоты 20 кДж. Какое количество теплоты будет выделяться в цепи из этих резисторов за час, если их включить параллельно, а подводимое к ним напряжение уменьшить в 2 раза?

Ответ: _____ кДж.

17

17. В прозрачном сосуде, заполненном водой, находится дифракционная решетка. Решетка освещается параллельным пучком монохроматического света, падающим перпендикулярно ее поверхности через боковую стенку сосуда. Как изменится длина волны, падающей на решетку, и угол между падающим лучом и первым дифракционным максимумом при замене воды в сосуде прозрачной жидкостью с большим показателем преломления?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина волны света, достигающего решетки	Угол между нормалью к решетке и первым дифракционным максимумом

18

18. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью C и катушки индуктивностью L . При электромагнитных колебаниях, происходящих в этом контуре, максимальная сила тока, протекающего через катушку индуктивности, равна I . 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. Сопротивлением контура пренебречь.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) максимальная энергия магнитного поля катушки индуктивности
 Б) максимальный заряд конденсатора

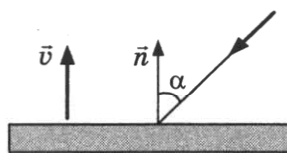
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{I^2}{\sqrt{LC}}$
- 2) $I\sqrt{LC}$
- 3) $\frac{LI^2}{2}$
- 4) $\frac{I^2}{2L}$

Ответ:

А	Б

19. На зеркало, движущееся в вакууме относительно инерциальной системы отсчета (ИСО) со скоростью v (см. рис.), падает луч синего света. Какова скорость света в этой ИСО после отражения от зеркала, если угол падения равен 60° ? Скорость света от неподвижного источника в вакууме равна c .



1) $\sqrt{\left(\frac{c}{2} + 2v\right)^2 + \frac{3}{4}c^2}$

2) c

3) $c + 2v$

4) $c - 2v$

Ответ:

20. Радиоактивный изотоп натрия ${}_{11}^{24}\text{Na}$ в результате β -распада превращается в ядро

1) неона ${}_{10}^{20}\text{Ne}$

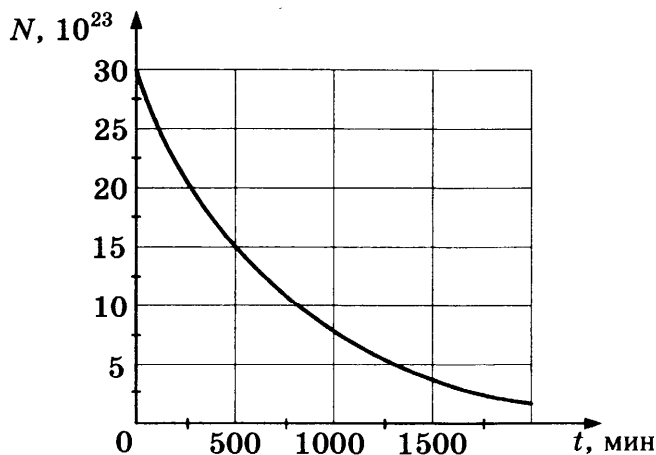
2) алюминия ${}_{13}^{27}\text{Al}$

3) магния ${}_{12}^{24}\text{Mg}$

4) кислорода ${}_{8}^{20}\text{O}$

Ответ:

21. Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер платины ${}_{78}^{200}\text{Pt}$ от времени. Чему равен период полураспада этого изотопа платины?

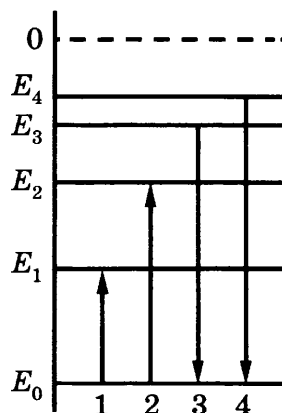


Ответ: _____ мин.

22. На рисунке изображена упрощенная диаграмма энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наименьшей длины волны и излучением кванта света с наибольшей энергией?

Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы

атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



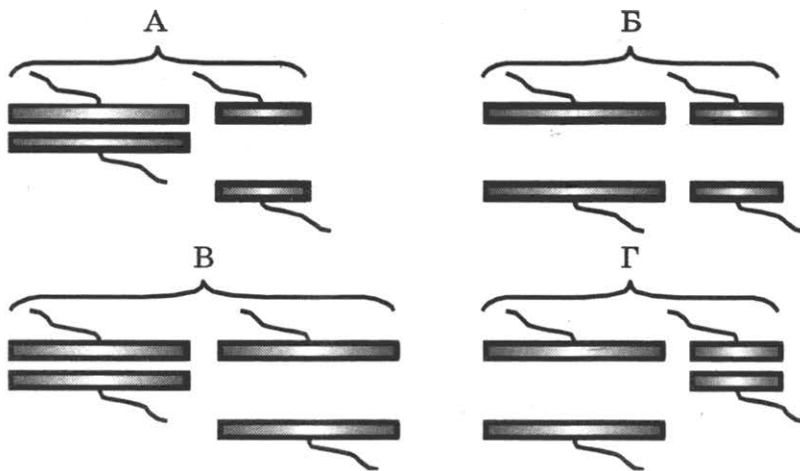
ПРОЦЕСС	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД
А) поглощение света наименьшей длины волны	1) 1
	2) 2
Б) излучение кванта света с наибольшей энергией	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

23

23. Конденсатор состоит из двух круглых пластин, разделенных воздушным промежутком. Необходимо экспериментально установить, зависит ли емкость конденсатора от расстояния между пластинами. Какую(-ие) пару(-ы) конденсаторов нужно использовать для этой цели?

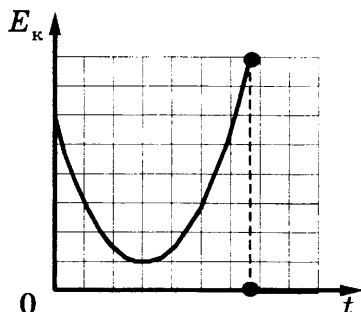


- 1) А, Б или Г
 2) только Б
 3) только В
 4) только Г

Ответ:

24

24. На рисунке представлен схематичный вид графика изменения кинетической энергии тела с течением времени. Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.



- 1) В процессе наблюдения кинетическая энергия тела все время увеличивалась.
- 2) В конце наблюдения кинетическая энергия тела становится равной нулю.
- 3) Тело брошено под углом к горизонту с балкона и упало на землю.
- 4) Тело брошено под углом к горизонту с поверхности земли и упало обратно на землю.
- 5) Тело брошено вертикально вверх с балкона и упало на землю.

Ответ:

--	--

Часть 2

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

25. Летящая горизонтально пластилиновая пуля массой 9 г попадает в неподвижно висящий на нити длиной 40 см груз массой 81 г, в результате чего груз с прилипшей к нему пулей начинает совершать колебания. Максимальный угол отклонения нити от вертикали при этом $\alpha = 60^\circ$. Какова скорость пули перед попаданием в груз? Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____ м/с.

	25
--	----

26. При увеличении абсолютной температуры на 600°K средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

	26
--	----

27. Предмет расположен на горизонтальной главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние от изображения предмета до линзы.

Ответ: _____ см.

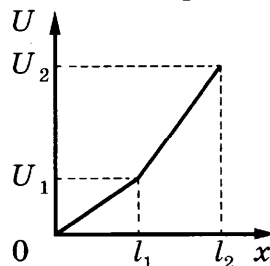
	27
--	----

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

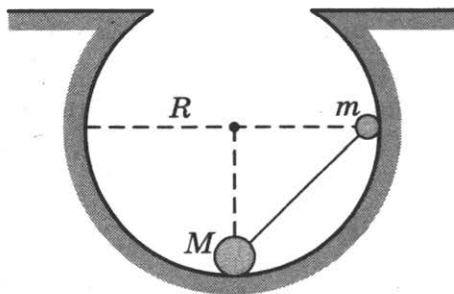
28. Цилиндрический проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



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.

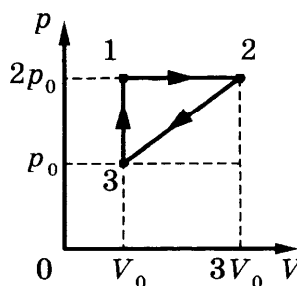
29

29. Небольшие шарики, массы которых m и M , соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик m в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс M и m .

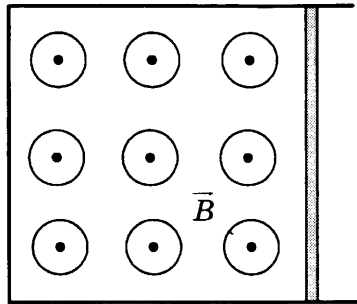


30

30. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



31. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплен в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1,5 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.

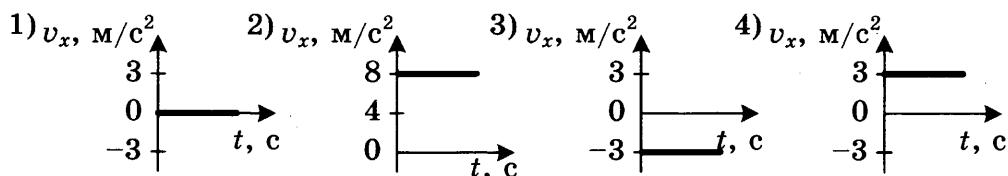
ВАРИАНТ 7

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

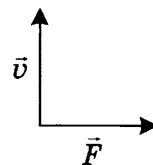
1. Координата тела, движущегося вдоль оси Ox , изменяется по закону $x = 8 - 3t$, где все величины выражены в СИ. Какой из приведенных ниже графиков совпадает с графиком зависимости проекции скорости этого тела от времени?



Ответ:

2

2. На рисунке представлены вектор скорости материальной точки и вектор равнодействующей силы, действующей на нее в инерциальной системе отсчёта. Определите направление вектора ускорения материальной точки в этой системе отсчета.

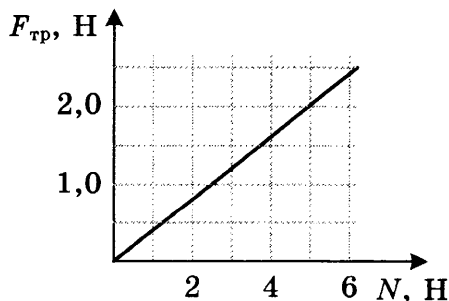


- 1) \uparrow 2) \rightarrow 3) \downarrow 4) \nearrow

Ответ:

3

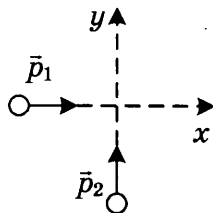
3. Исследовалась зависимость модуля силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ бруска от модуля силы нормальной реакции. График, полученный по результатам исследования, представлен на рисунке. Каков коэффициент трения скольжения?



Ответ: _____.

4. По гладкой горизонтальной плоскости по осям x и y движутся две шайбы с импульсами, равными по модулю $p_1 = 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ и $p_2 = 3,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$ (см. рис.). После соударения вторая шайба продолжает двигаться по оси y в прежнем направлении с импульсом, равным по модулю $p_3 = 1,5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Каков модуль импульса первой шайбы после удара?

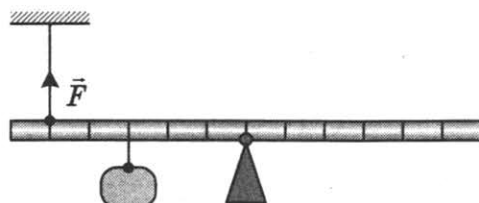
4



Ответ: _____ кг · м/с.

5. Легкий рычаг зафиксировали так, как показано на рисунке. Масса подвешенного к рычагу груза равна $0,1 \text{ кг}$. Определите модуль F силы натяжения нити.

5



Ответ: _____ Н.

6. Тело скользит по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. Угол, который составляет наклонная плоскость с горизонтом, увеличили. Как изменятся при этом коэффициент трения скольжения тела о плоскость и сила нормальной реакции опоры, действующая на тело? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

6

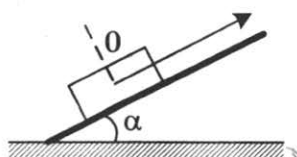
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Коэффициент трения	Сила нормальной реакции опоры

7. Брусок массой m после толчка движется вверх по наклонной плоскости, составляющей угол α с горизонтом. До остановки брусок проходит путь s . Затем он возвращается по наклонной плоскости в первоначальное положение. Коэффициент трения между бруском и плоскостью равен μ .

7



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

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

- А) модуль ускорения тела при движении вниз
 Б) модуль работы силы трения при движении бруска вверх

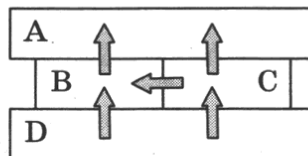
- 1) $g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$
 2) $g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$
 3) $\mu smg\cos\alpha$
 4) $smg\sin\alpha$

Ответ:

А	Б

8

8. Четыре алюминиевых бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруску. Выберите верное утверждение о температурах брусков.

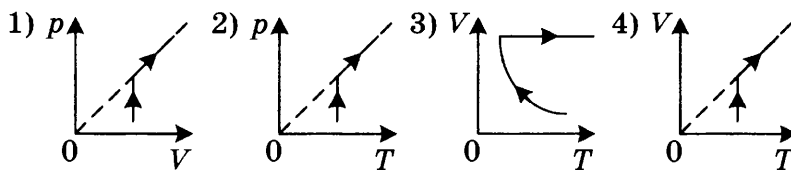


- 1) Брусок А имеет самую высокую температуру.
 2) Брусок С имеет самую низкую температуру.
 3) Температура бруска В ниже, чем бруска С.
 4) Температура бруска D ниже, чем бруска В.

Ответ:

9

9. Постоянную массу идеального газа сначала изотермически расширяли, а затем изобарно нагревали. На каком из рисунков изображена эта последовательность процессов?



Ответ:

10

10. Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Какова стала относительная влажность воздуха?

Ответ: _____ %.

11

11. Тепловая машина работает по циклу Карно. Температуру холодильника тепловой машины увеличили, а температуру нагревателя оставили прежней. Количество теплоты, полученное газом от нагрева-

теля за цикл, не изменилось. Как изменились при этом КПД тепловой машины и количество теплоты, отданное газом за цикл холодильнику?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

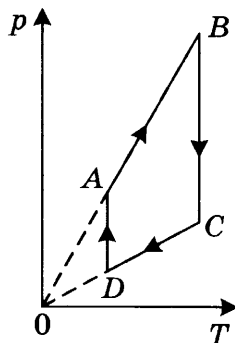
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

КПД тепловой машины	Количество теплоты, отданное газом холодильнику за цикл работы

12. 1 моль идеального газа участвует в циклическом процессе, график которого приведен на рисунке.

12



Установите соответствие между участками цикла и физическими величинами, описывающими эти участки (ΔU — изменение внутренней энергии газа, A — работа газа).

К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УЧАСТОК ЦИКЛА ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

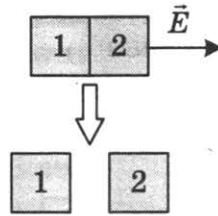
- | | |
|-------|--------------------------|
| А) АВ | 1) $\Delta U = 0, A > 0$ |
| Б) ВС | 2) $\Delta U = 0, A < 0$ |
| | 3) $\Delta U < 0, A < 0$ |
| | 4) $\Delta U > 0, A = 0$ |

Ответ:

А	Б

13. Два незаряженных стальных кубика 1 и 2 сблизили вплотную и поместили в электрическое поле, напряженность которого направлена горизонтально вправо, как показано в верхней части рисунка. Затем кубики быстро раздвинули, и уже потом убрали электрическое поле (нижняя часть рисунка). Какое утверждение о знаках зарядов разделенных кубиков 1 и 2 правильно?

13

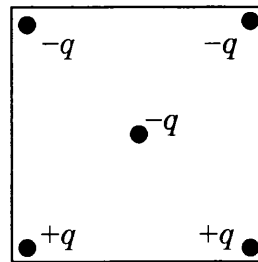


- 1) заряд первого кубика положителен, заряд второго — отрицателен
- 2) заряды первого и второго кубиков отрицательны
- 3) заряды первого и второго кубиков равны нулю
- 4) заряд первого кубика отрицателен, заряд второго — положителен

Ответ:

14

14. В вершинах квадрата находятся заряды: $+q$, $+q$, $-q$, $-q$ (см. рис.). Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на отрицательный точечный заряд, помещенный в центр квадрата?

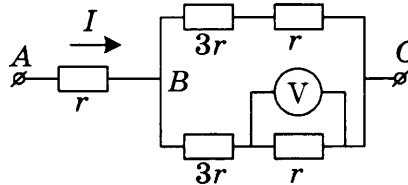


- 1) \rightarrow
- 2) \leftarrow
- 3) \uparrow
- 4) \downarrow

Ответ:

15

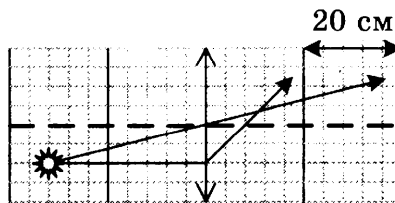
15. На рисунке показана схема участка электрической цепи, сопротивление $r = 1$ Ом. По участку AB течёт постоянный ток $I = 4$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

16

16. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света S через тонкую линзу. Определите оптическую силу этой линзы?



Ответ: _____ дптр.

17. Плоский воздушный конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения. Не отключая конденсатор от источника, уменьшили расстояние между пластинами конденсатора. Как изменятся при этом ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Ёмкость конденсатора	Величина заряда конденсатора

18. Заряженная частица массой m , несущая положительный заряд q , движется перпендикулярно линиям индукции однородного магнитного поля \vec{B} по окружности со скоростью v . Действием силы тяжести пренебречь.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ФОРМУЛЫ

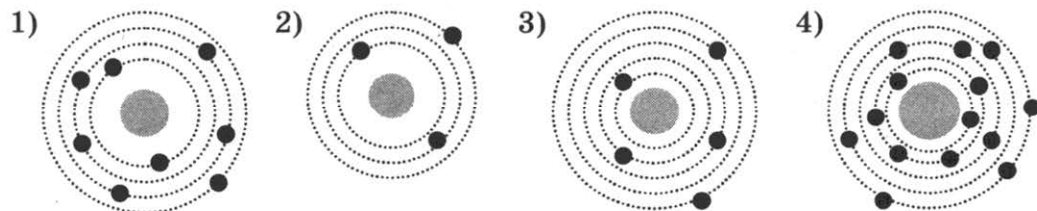
- А) модуль силы Лоренца, действующей на частицу
- Б) период обращения частицы по окружности

- 1) $\frac{v}{qB}$
- 2) $\frac{mv}{qB}$
- 3) $\frac{2\pi m}{qB}$
- 4) qvB

Ответ:

А	Б

19. На рисунке изображены схемы четырёх атомов. Черными точками обозначены электроны. Нейтральному атому ${}^{13}_5\text{B}$ соответствует схема



Ответ:

20

20. Что представляет собой бета-излучение?

- 1) поток ядер гелия
2) поток протонов
3) поток электронов
4) электромагнитные волны

Ответ:

21

21. Период полураспада изотопа ртути $^{190}_{80}\text{Hg}$ равен 20 минутам. Изначально было 40 мг этого изотопа. Сколько примерно этого изотопа останется через 1 час?

Ответ: _____ мг.

22

22. При исследовании явления фотоэффекта фотоэлемент освещался через разные светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только желтый свет, а во второй — только зеленый. В каждом опыте наблюдали фотоэффект и измеряли запирающее напряжение.

Как изменяются длина световой волны и запирающее напряжение при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны	Запирающее напряжение

23

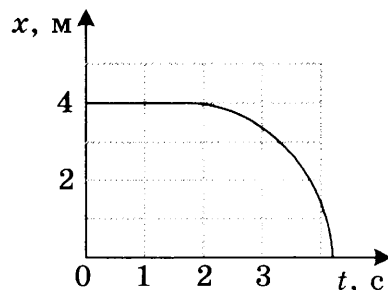
23. С помощью линейки измерили толщину пачки листов бумаги. Толщина пачки оказалась (50 ± 1) мм. Определите толщину одного листа бумаги, если в пачке было 500 листов.

- 1) $(0,100 \pm 0,002)$ мм
2) $(0,1 \pm 1,0)$ мм
3) $(0,10 \pm 0,02)$ мм
4) $(0,05 \pm 0,02)$ мм

Ответ:

24

24. На графике показано изменение координаты тела в течение времени в инерциальной системе отсчёта. На основании этого графика выберите два верных утверждения о движении тела.



- 1) первые 2 с скорость тела не менялась, а затем её модуль постепенно увеличивался
- 2) скорость тела всё время увеличивалась
- 3) первые 2 с сумма сил, действовавших на тело, была равна 0
- 4) за первые 4 с тело переместилось на 3 м
- 5) скорость тела постоянно уменьшалась

Ответ:

Часть 2

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

25. Мяч бросили с крыши дома почти вертикально вверх со скоростью 10 м/с, он упал на землю через 4 с после броска. С какой высоты брошен мяч? Сопротивление воздуха не учитывать.

25

Ответ: _____ м.

26. В процессе адиабатного расширения одноатомного идеального газа в количестве 0,25 моль совершена работа 2493 Дж. Начальная температура была равна 1200 К. До какой температуры охладился газ в процессе расширения?

26

Ответ: _____ К.

27. Две заряженные частицы влетели в однородное магнитное поле перпендикулярно его линиям индукции и движутся по окружностям.

27

Определите отношение масс $\frac{m_1}{m_2}$ этих частиц, если отношение зарядов

этих частиц $\frac{q_1}{q_2} = 2$, а отношение периодов их обращения

$$\frac{T_1}{T_2} = 0,5.$$

Ответ: _____ .

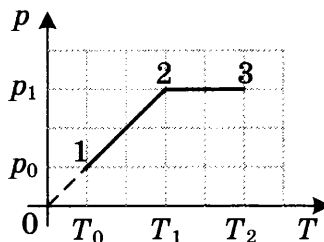
Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. В горизонтальном сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится разреженный газ. Максимальная сила трения между поршнем и стенками сосуда составляет $F_{\text{тр.макс}}$, площадь поршня S .

28

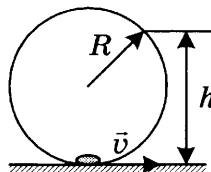
На pT -диаграмме показано, как изменялись давление и температура разреженного газа в процессе его нагревания. Как изменялся объем газа (увеличивался, уменьшался или же оставался неизменным) на участках 1–2 и 2–3? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



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

29

29. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности закреплённого вертикально гладкого кольца. Радиус кольца $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?



30

30. Одноатомный идеальный газ находится в горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{\text{тр.}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.

31

31. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе 2,0 В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В, а сила тока в катушке индуктивности равна 4 мА. Найдите амплитуду колебаний силы тока в катушке.

32

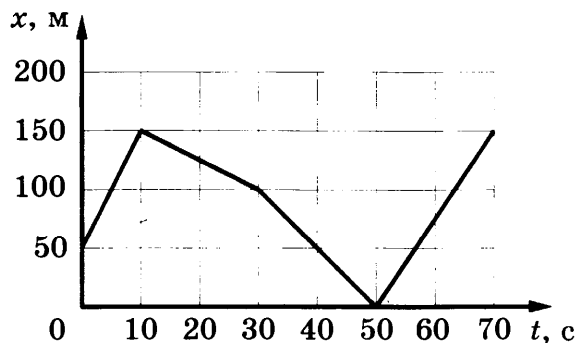
32. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,4$ В. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Определите длину волны λ .

ВАРИАНТ 8

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

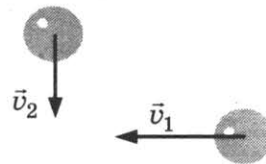
1. На рисунке представлен график зависимости координаты x велосипедиста от времени t . На каком интервале времени проекция на ось Ox скорости велосипедиста $v_x = -2,5$ м/с?



- 1) от 0 до 10 с
- 2) от 10 до 30 с
- 3) от 50 до 70 с
- 4) от 30 до 50 с

Ответ:

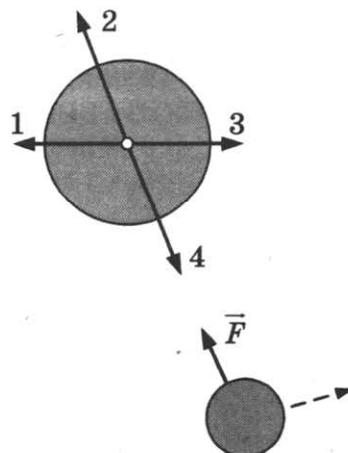
2. Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно неупругий?



- 1) ↗
- 2) ✓
- 3) ↓
- 4) ←

Ответ:

3. Вокруг Луны движется спутник в направлении, показанном на рисунке пунктирной стрелкой. Вектор \vec{F} показывает силу притяжения спутника Луной. Вдоль какой стрелки (1, 2, 3 или 4) направлена сила, действующая на Луну со стороны спутника?



Ответ: вдоль стрелки _____.

1

2

3

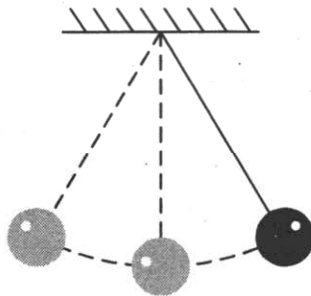
4

4. При упругой деформации 1 см стальная пружина имеет потенциальную энергию 1 Дж. Насколько увеличится потенциальная энергия этой пружины при увеличении деформации на 1 см?

Ответ: увеличится на _____ Дж.

5

5. Математический маятник с периодом колебаний 2 с отклонили на небольшой угол от положения равновесия и отпустили без начальной скорости (см. рис.). Через какое время после этого потенциальная энергия маятника в первый раз достигнет максимума? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Ответ: _____ с.

6

6. На тело массой m , поступательно движущееся в инерциальной системе отсчета, действует постоянная равнодействующая сила \vec{F} в течение времени Δt . Если действующая на тело сила уменьшится, то как изменятся модуль импульса силы и модуль ускорения тела в течение того же промежутка времени Δt ?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Модуль импульса равнодействующей силы	Модуль ускорения тела

7

7. Установите соответствие между зависимостью проекции скорости тела от времени и зависимостью проекции перемещения этого тела от времени для одного и того же движения.

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

ПРОЕКЦИЯ СКОРОСТИ

- А) $v_x = 6 + 5t$
- Б) $v_x = 5 - 10t$

ПРОЕКЦИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

- 1) $s_x = 6t + 5t^2$
- 2) $s_x = 6t + 2,5t^2$
- 3) $s_x = 2,5 - 10t^2$
- 4) $s_x = 5 - 5t^2$

Ответ:

А	Б

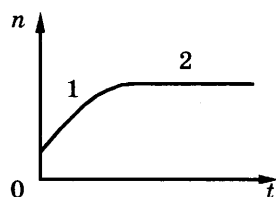
8. Какое из утверждений справедливо для кристаллических тел?

- 1) Во время плавления температура кристалла не изменяется.
- 2) Плавление кристалла происходит в некотором диапазоне температур.
- 3) Атомы кристалла движутся прямолинейно и равномерно от столкновения до столкновения.
- 4) Атомы свободно перемещаются в пределах кристалла.

Ответ:

8

9. В сосуд налили жидкого аммиака и закрыли его. Аммиак постепенно испарялся. На рисунке показан график изменения со временем концентрации n молекул паров аммиака внутри сосуда. Температура в сосуде в течение всего времени проведения опыта оставалась постоянной. В конце опыта в сосуде еще оставался жидкий аммиак. Какое утверждение можно считать правильным?

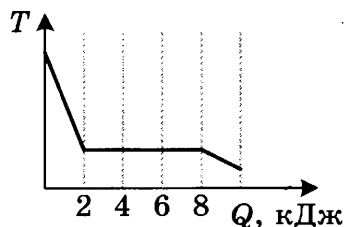


- 1) на участке 1 пар насыщенный, а на участке 2 ненасыщенный
- 2) на обоих участках пар ненасыщенный
- 3) на участке 1 пар ненасыщенный, а на участке 2 насыщенный
- 4) на обоих участках пар насыщенный

Ответ:

9

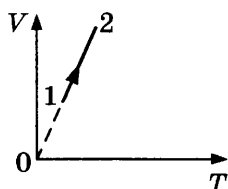
10. Зависимость температуры 0,2 кг первоначально газообразного вещества от количества выделенной им теплоты представлена на рисунке. Какова удельная теплота парообразования этого вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

10

11. Идеальный одноатомный газ переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. диаграмму). Масса газа не меняется. Как изменяются при этом следующие величины: давление газа и его внутренняя энергия? Для каждой величины подберите соответствующий характер изменения:



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

11

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

Давление газа	Внутренняя энергия

12

12. Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна T_1 , а температура холодильника равна T_2 . За цикл двигатель совершает работу, равную 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) количество теплоты, отдаваемое двигателем за цикл холодильнику
 Б) КПД двигателя

ФОРМУЛЫ

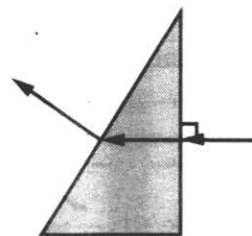
- 1) $\frac{T_1 - T_2}{T_2}$
 2) $1 - \frac{T_2}{T_1}$
 3) $\frac{AT_1}{T_1 - T_2}$
 4) $\frac{AT_2}{T_1 - T_2}$

Ответ:

А	Б

13

13. Ученик выполнил задание: «Нарисовать ход луча, падающего из воздуха на одну из граней стеклянной призмы треугольного сечения» (см. рис.).



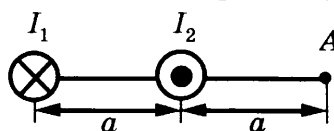
При построении он

- ошибся при изображении хода луча только при переходе из стекла в воздух
- ошибся при изображении хода луча на обеих границах сред
- ошибся при изображении хода луча только при переходе из воздуха в стекло
- правильно изобразил ход луча на обеих границах сред

Ответ:

14

14. Два параллельных длинных проводника с токами I_1 и I_2 расположены перпендикулярно плоскости чертежа (см. рис.).

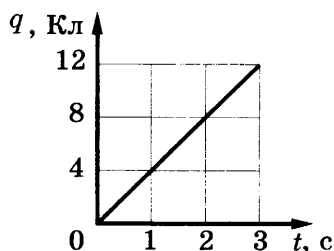


Векторы \vec{B}_1 и \vec{B}_2 индукции магнитных полей, создаваемых этими проводниками в точке A , направлены в плоскости чертежа следующим образом:

- 1) \vec{B}_1 — вверх; \vec{B}_2 — вниз
- 2) \vec{B}_1 — вниз; \vec{B}_2 — вверх
- 3) \vec{B}_1 — вниз; \vec{B}_2 — вниз
- 4) \vec{B}_1 — вверх; \vec{B}_2 — вверх

Ответ:

15. По проводнику течет постоянный электрический ток. Величина заряда, проходящего через проводник, растет с течением времени согласно представленному графику. Какова сила тока в проводнике?



Ответ: _____ А.

16. Линии индукции однородного магнитного поля пронизывают рамку площадью $0,25 \text{ м}^2$ под углом 30° к ее поверхности, создавая магнитный поток, равный $0,1 \text{ Вб}$. Чему равен модуль вектора индукции магнитного поля?

Ответ: _____ Тл.

17. Неразветвленная электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения и внешнего сопротивления. Как изменятся при увеличении внутреннего сопротивления источника следующие величины: общее сопротивление цепи и мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Общее сопротивление цепи	Мощность, выделяющаяся на внешнем сопротивлении

18. В первой экспериментальной установке отрицательно заряженная частица влетает в однородное электрическое поле так, что вектор \vec{v}_0 перпендикулярен напряженности электрического поля \vec{E} (рис. 1). Во второй экспериментальной установке вектор \vec{v}_0 той же частицы параллелен индукции магнитного поля \vec{B} (рис. 2).

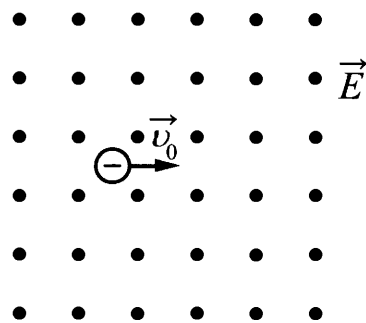


Рис. 1

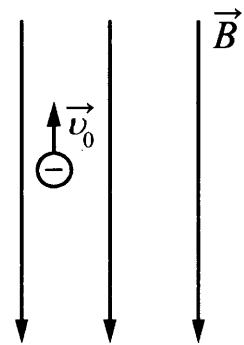


Рис. 2

Установите соответствие между экспериментальной установкой и траекторией движения частицы в ней.

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

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ

ТРАЕКТОРИЯ

- А) в первой установке
- Б) во второй установке

- 1) прямая линия
- 2) окружность
- 3) спираль
- 4) парабола

Ответ:

А	Б

19

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева.

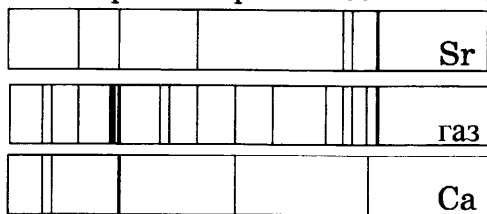
	I	II	III
1	1 H 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий 1 2	4 Be 9,0122 Бериллий 2 2	5 B 10,811 Бор 3 2
3	11 Na 22,9898 1 Натрий 8 2	12 Mg 24,312 2 Магний 8 2	13 Al 26,9815 3 Алюминий 8 2

Укажите число протонов и электронов в нейтральном атоме натрия Na.

- 1) 8 протонов и 2 электрона
- 2) 11 протонов и 8 электронов
- 3) 11 протонов и 11 электронов
- 4) 22 протона и 11 электронов

Ответ:

20. На рисунке приведены спектр поглощения неизвестного газа и спектры поглощения атомарных паров известных металлов.

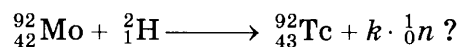


По виду спектров можно утверждать, что неизвестный газ содержит атомы

- 1) только стронция (Sr)
- 2) стронция (Sr), кальция (Ca) и другого вещества
- 3) только стронция (Sr) и кальция (Ca)
- 4) только кальция (Ca)

Ответ:

21. Сколько нейтронов образуется в реакции



Ответ: _____ .

22. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν — частота фотона, c — скорость света в вакууме, h — постоянная Планка). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина волны фотона
- Б) импульс фотона

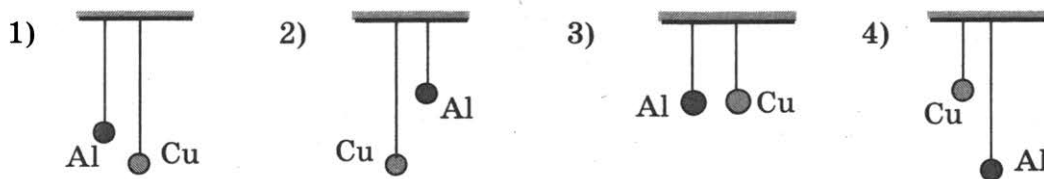
ФОРМУЛЫ

- 1) $\frac{h\nu}{c}$
- 2) hc
- 3) $\frac{c}{\nu}$
- 4) $c\nu$

Ответ:

А	Б

23. Необходимо экспериментально выяснить зависимость периода малых колебаний математического маятника от вещества, из которого изготовлен груз. Какую пару маятников можно взять для этой цели? Грузы маятников — полые шарики из меди и алюминия одинаковой массы и одинакового внешнего диаметра.



Ответ:

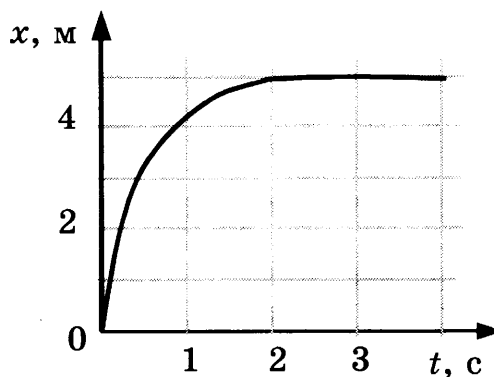
20

21

22

23

24. Шарик катится по желобу. Изменение координаты шарика с течением времени в инерциальной системе отсчета показано на графике. Выберите два утверждения, которые соответствуют результатам опыта.



- 1) Проекция скорости шарика постоянно увеличивалась и оставалась отрицательной на всем пути.
- 2) Первые 2 с скорость шарика возрастала, а затем оставалась постоянной.
- 3) Первые 2 с шарик двигался с уменьшающейся скоростью, а затем покоился.
- 4) На шарик действовала все увеличивающаяся сила.
- 5) Первые 2 с проекция ускорения шарика не изменялась, а затем стала равной нулю.

Ответ:

--	--

Часть 2

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

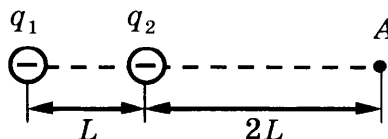
25. Камень, брошенный почти вертикально вверх с крыши дома высотой 15 м, упал на землю со скоростью 20 м/с. Сколько времени летел камень? Сопротивление воздуха не учитывать.

Ответ: _____ с.

26. В сосуде под поршнем при температуре 100 °С находится 2 г водяного пара и такое же количество воды. Не изменяя температуры, объем сосуда увеличили в 3 раза. Определите массу пара в сосуде после изменения объема.

Ответ: _____ г.

27. Два точечных отрицательных заряда: $q_1 = -30$ нКл и $q_2 = -10$ нКл находятся в вакууме на расстоянии $L = 0,5$ м друг от друга. Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке А, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии $2L$ от второго заряда (см. рис.).



Ответ: _____ Н/Кл.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Пластины конденсаторов имеют разную площадь, но расстояние между пластинами в конденсаторах одинаковое (см. рис.). В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведенных опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

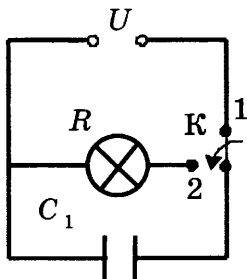


Рис. а

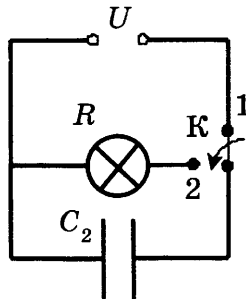
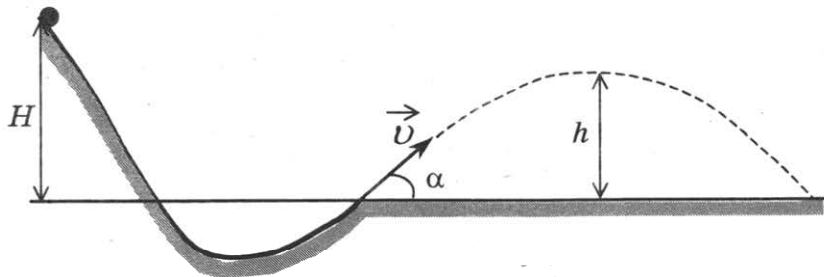


Рис. б

28

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. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с некоторой высоты (см. рис.). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, поднявшись в полете на высоту h над краем трамплина. С какой высоты H начинал движение гонщик?



29

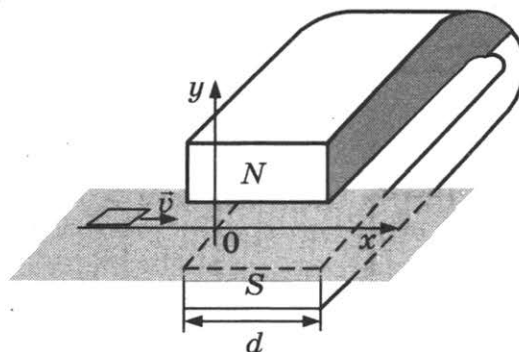
30. Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершенная газом в изотермическом процессе, равна A , а КПД

30

тепловой машины равен η . Максимальная температура в этом цикле равна T_0 . Определите минимальную температуру T в этом циклическом процессе.

31

31. Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5$ см и сопротивлением $R = 0,1$ Ом перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью v . Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита $d = 20$ см, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами, а его индукция $B = 1$ Тл. Возникающие в рамке индукционные токи нагревают проволоку. Чему равна скорость движения рамки, если за время движения в ней выделяется количество теплоты $Q = 2,5 \cdot 10^{-3}$ Дж?



32

32. Число фотонов, излучаемых лазерной указкой мощностью $P = 2$ мВт за 1 с, равно $4 \cdot 10^{15}$. Определите длину волны λ излучения лазерной указки.

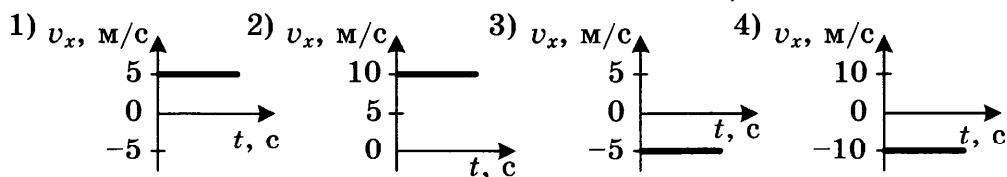
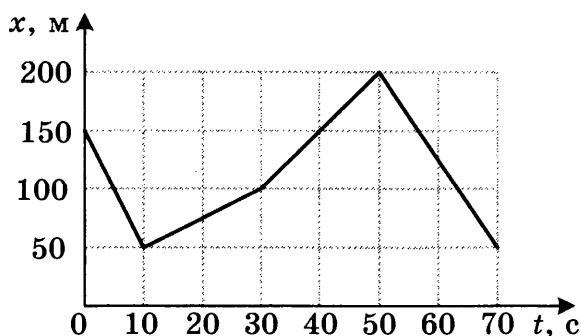
ВАРИАНТ 9

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. На рисунке представлен график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси Ox , от времени t . Какой из приведённых ниже графиков совпадает с графиком зависимости проекции скорости тела v_x в интервале времени от 30 до 50 секунд?

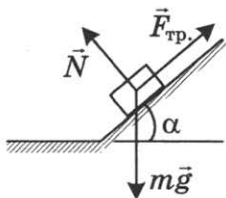
1



Ответ:

2. Брусок лежит на шероховатой наклонной опоре (см. рис.). На него действуют три силы: сила тяжести $m\vec{g}$, сила упругости опоры \vec{N} и сила трения $\vec{F}_{\text{тр.}}$. Определите модуль равнодействующей сил \vec{N} и $\vec{F}_{\text{тр.}}$ при условии, что брусок покоится.

2



- 1) $N + F_{\text{тр.}}$
- 2) $mg \sin \alpha$
- 3) $(N + F_{\text{тр.}}) \cos \alpha$
- 4) mg

Ответ:

3

3. Две звезды имеют одинаковые массы и взаимодействуют с силами, равными по модулю F . Во сколько раз уменьшился бы модуль сил притяжения между звёздами, если бы расстояние между их центрами увеличилось в 1,5 раза, а масса каждой звезды уменьшилась в 2 раза?

Ответ: в _____ раз.

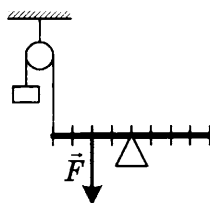
4

4. Грузовик и легковой автомобиль движутся со скоростями $v_1 = 20$ м/с и $v_2 = 30$ м/с соответственно. Масса грузовика $m = 4000$ кг. Какова масса легкового автомобиля, если импульс грузовика больше импульса легкового автомобиля на $20\,000$ кг · м/с?

Ответ: _____ кг.

5

5. К невесомому рычагу через неподвижный идеальный блок подвешен груз массой 100 г, как показано на рисунке. Какова величина силы \vec{F} , если система находится в равновесии?



Ответ: _____ Н.

6

6. Пружинный маятник совершает вертикальные свободные колебания. Пружина всё время остаётся растянутой. Что происходит со скоростью груза и его потенциальной энергией в поле тяжести, когда груз движется вверх от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

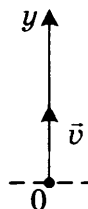
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Скорость груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

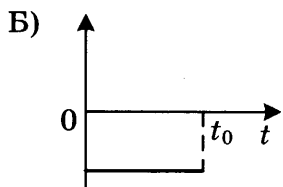
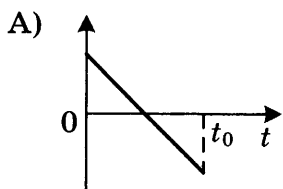
7

7. В момент $t = 0$ шарик бросили вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рис.). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. Сопротивлением воздуха пренебречь, время полёта шарика составляет t_0 .



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

ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата у шарика
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) потенциальная энергия шарика в поле тяжести
- 4) проекция силы тяжести, действующей на шарик

Ответ:

А	Б

8. В процессе кристаллизации вода переходит из жидкого состояния в кристаллическое. В этом процессе

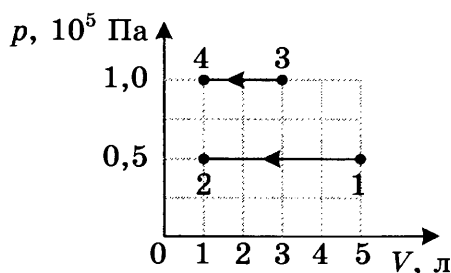
	8
--	---

- 1) уменьшается температура, и внутренняя энергия
- 2) уменьшается температура, не изменяется внутренняя энергия
- 3) уменьшается внутренняя энергия, не изменяется температура
- 4) уменьшается температура, возрастает внутренняя энергия

Ответ:

9. На рисунке показано сжатие гелия двумя способами: 1–2 и 3–4. Сравните работы внешних сил при этих процессах.

	9
--	---

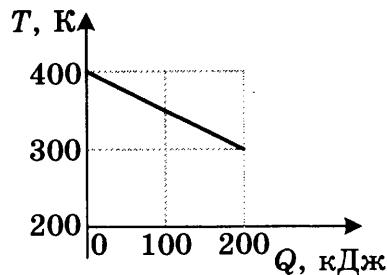


- 1) $A_{12} = A_{34} = 0$
- 2) $A_{12} = A_{34} \neq 0$
- 3) $A_{12} = 2A_{34}$
- 4) $A_{12} = 0,5A_{34}$

Ответ:

10. На рисунке приведён график зависимости температуры твёрдого тела от отданного им количества теплоты. Масса тела 8 кг. Какова удельная теплоёмкость вещества этого тела?

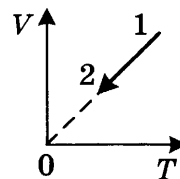
	10
--	----



Ответ: _____ Дж/(кг · К).

11

11. Постоянная масса одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2, изображенном на диаграмме VT (V — объём и T — абсолютная температура газа). Как изменяются в ходе этого процесса внутренняя энергия газа и его давление?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

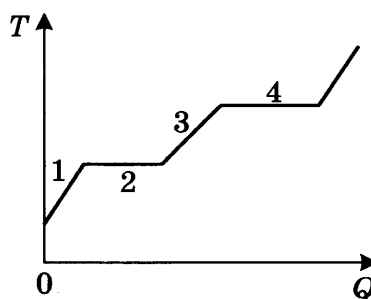
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

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

Внутренняя энергия газа	Давление газа

12

12. В цилиндре под поршнем находится твёрдое вещество. Цилиндр нагревают. На рисунке показан график изменения температуры T вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в твёрдом состоянии и кипению вещества? Установите соответствие между тепловым процессом и участком графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ПРОЦЕСС

УЧАСТОК ГРАФИКА

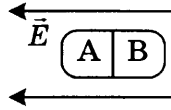
- А) нагревание твердого вещества
 Б) кипение жидкости

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

Ответ:

А	Б

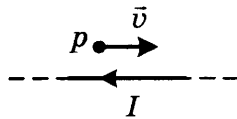
13. Незаряженное металлическое тело внесли в однородное электростатическое поле (см. рис.). Затем тело разделили на части А и В. Какими электрическими зарядами обладают эти части после разделения?



- 1) А — положительным, В — останется нейтральным
- 2) А — останется нейтральным, В — отрицательным
- 3) А — отрицательным, В — положительным
- 4) А — положительным, В — отрицательным

Ответ:

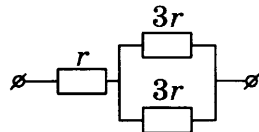
14. Протон p имеет скорость \vec{v} , направленную горизонтально вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рис.). Определите направление действующей на протон силы Лоренца?



- 1) перпендикулярно плоскости рисунка от нас \otimes
- 2) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow
- 3) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
- 4) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow

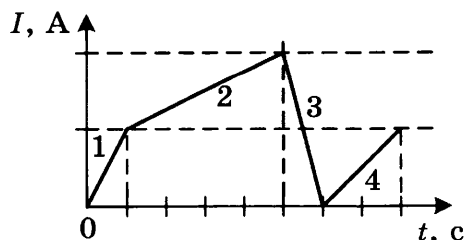
Ответ:

15. На рисунке показан участок цепи постоянного тока. Каково сопротивление этого участка, если $r = 1$ Ом?



Ответ: _____ Ом.

16. На рисунке приведён график зависимости силы тока в катушке индуктивности от времени. В каком промежутке времени (1, 2, 3 или 4) модуль ЭДС самоиндукции принимает наименьшее значение?



Ответ: в промежутке времени _____.

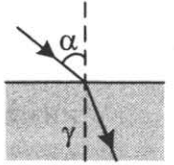
13

14

15

16

17. Световой пучок преломляется на границе воздуха и стекла (см. рис.). Что происходит при переходе пучка в стекло с частотой электромагнитных колебаний в световой волне и длиной волны? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

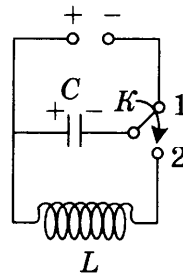


- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

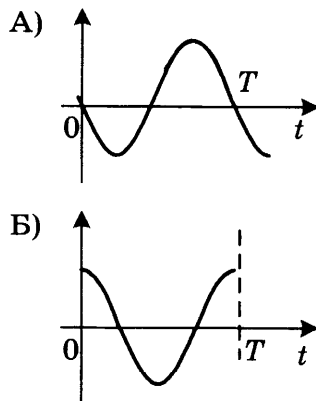
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота колебаний	Длина волны

18. Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рис.). В момент времени $t = 0$ переключатель K переводят из положения 1 в положение 2. Приведённые ниже графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T — период электромагнитных колебаний в контуре). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) сила тока в катушке
- 2) энергия магнитного поля катушки
- 3) энергия электрического поля конденсатора
- 4) заряд на левой обкладке конденсатора

Ответ:

А	Б

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе. Определите число протонов и число нейтронов в ядре наименее распространенного изотопа кальция.

2	II	Li 3 ЛИТИЙ 7 ₉₃ 6 _{7,4}	Be 4 БЕРИЛЛИЙ 9 ₁₀₀	5 B БОР 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 НАТРИЙ 23 ₁₀₀	Mg 12 МАГНИЙ 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al АЛЮМИНИЙ 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 КАЛИЙ 39 ₉₃ 41 _{6,7}	Ca 20 КАЛЬЦИЙ 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 СКАНДИЙ 45 ₁₀₀
	V	29 Cu МЕДЬ 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn ЦИНК 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga ГАЛЛИЙ 69 ₆₀ 71 ₄₀

- 1) 24 протона, 20 нейтронов
- 2) 20 протонов, 24 нейтрона
- 3) 20 протонов, 44 нейтрона
- 4) 44 протона, 22 нейтрона

Ответ:

20. Ядро бария $^{143}_{56}\text{Ba}$ в результате испускания нейтрона, а затем электрона превратилось в ядро

- 1) $^{145}_{56}\text{Ba}$
- 2) $^{142}_{57}\text{La}$
- 3) $^{143}_{58}\text{Ba}$
- 4) $^{144}_{55}\text{Cs}$

Ответ:

21. Период полураспада некоторого радиоактивного изотопа йода составляет 8 суток. Определите промежуток времени, в течение которого изначально большое число ядер этого изотопа уменьшится в 16 раз?

Ответ: за _____ суток.

22. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность испускания атомным ядром электронов. Как изменяются при этом массовое число и заряд ядра?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

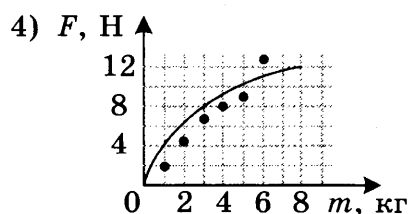
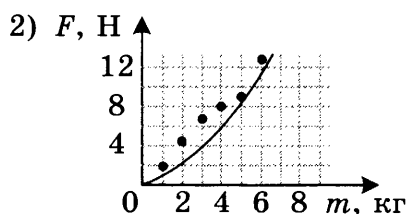
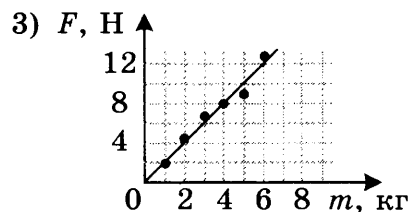
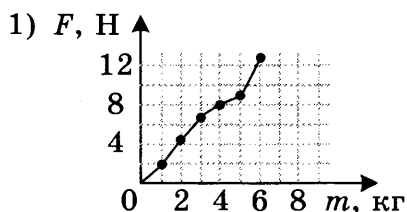
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Массовое число ядра	Заряд ядра

23. В таблице представлены результаты измерений зависимости силы трения скольжения от массы груза.

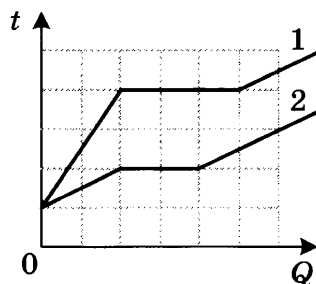
m , кг	1	2	3	4	5	6
F , Н	2,0	4,2	6,5	8	9	13

Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы — 1 Н. Какой из графиков построен правильно, с учётом всех результатов измерений и их погрешностей?



Ответ:

24. На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты Q . Первоначально тела находились в твёрдом агрегатном состоянии. Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня два верных утверждения и укажите их номера.



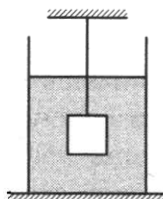
- 1) Температура плавления первого тела в 4 раза больше, чем у второго.
- 2) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в твёрдом агрегатном состоянии.
- 3) Удельная теплоёмкость второго тела в твёрдом агрегатном состоянии в 3 раза больше, чем у первого.
- 4) Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту плавления.
- 5) Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.

Ответ:

Часть 2

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

25. Груз массой $m = 2,0$ кг, подвешенный на тонкой нити, целиком погружён в воду и не касается дна сосуда (см. рис.). Модуль силы натяжения нити $T = 13$ Н. Найдите объём груза.

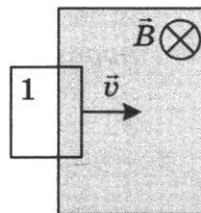


Ответ: _____ л.

26. В закрытом баллоне находится гелий. Определите объём сосуда, если давление гелия равно 20 кПа, а его внутренняя энергия 600 Дж.

Ответ: _____ м³.

27. В заштрихованной области на рисунке действует однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости рисунка. Квадратную проволочную рамку, длина стороны которой 10 см, перемещают в этом поле в плоскости рисунка поступательно равномерно с некоторой скоростью v . При попадании рамки в магнитное поле в положении 1 в ней возникает индукционный ток, равный 4 мА. Индукция магнитного поля $B = 0,2$ Тл, сопротивление рамки равно 10 Ом. Какова скорость движения рамки?

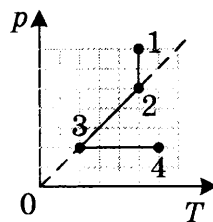


Ответ: _____ м/с.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28. Постоянное количество разреженного газа переходит из начального состояния 1 в состояние 4 так, как показано на pT -диаграмме (см. рис.). Как изменялся объём газа на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивался, уменьшался или же оставался неизменным)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



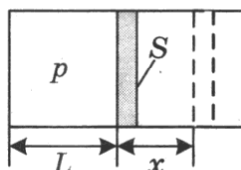
Полное правильное решение каждой из задач 29–32 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

29

29. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Определите высоту h , считая столкновение абсолютно неупругим. Общая кинетическая энергия брусков после столкновения равна 2,5 Дж. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

30

30. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{\text{тр.}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.



31

31. Плоская горизонтальная фигура площадью 0,1 м², ограниченная проводящим контуром, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{1z} до конечного значения $B_{2z} = 4,7$ Тл. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08$ Кл. Сопротивление контура равно 5 Ом. Определите начальное значение проекции вектора магнитной индукции B_{1z} .

32

32. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряжённостью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты не учитывать.

ВАРИАНТ 10

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Цифры в последовательности записывайте без пробелов, запятых и других дополнительных символов. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1. Два тела, подброшенных с поверхности земли вертикально вверх, достигли высот 10 м и 30 м и упали на землю. Пути, пройденные этими телами за время их движения,

 1

- 1) одинаковы
- 2) отличаются на 10 м
- 3) отличаются на 20 м
- 4) отличаются на 40 м

Ответ:

2. Полосовой магнит массой m поднесли к массивной стальной плите массой M . Сравните силу действия магнита на плиту \vec{F}_1 с силой действия плиты на магнит \vec{F}_2 .

 2

- 1) $F_1 = F_2$
- 2) $\frac{F_1}{F_2} = 1 + \frac{m}{M}$
- 3) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{M}{m}$
- 4) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m}{M}$

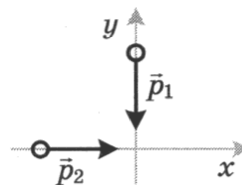
Ответ:

3. Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются друг к другу с силами величиной F . Во сколько раз увеличится величина сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $2m$, масса другого $\frac{m}{2}$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{2}$?

 3

Ответ: увеличится в _____ раз(а).

4. Два тела движутся относительно земли по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 4$ кг · м/с, а второго тела $p_2 = 3$ кг · м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?

 4

Ответ: _____ кг · м/с.

5

5. Шарик массой 200 г скатывается с горки высотой 2 м, наклоненной под углом 30° к горизонту. Определите работу силы тяжести при перемещении шарика от вершины до подножия горки.

Ответ: _____ Дж.

6

6. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина все время остается растянутой. Что происходит с кинетической энергией груза и его потенциальной энергией в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

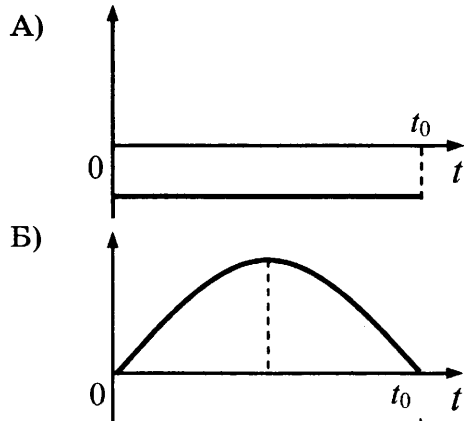
Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

7

7. Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью \bar{v} (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика y
- 2) проекция скорости шарика v_y
- 3) проекция ускорения шарика a_y
- 4) кинетическая энергия шарика

Ответ:

А	Б

8. В воздушном насосе перекрыли выходное отверстие и быстро сжали воздух в цилиндре насоса. Какой процесс происходит с воздухом в цилиндре насоса?

8

- 1) изобарный
- 2) изохорный
- 3) изотермический
- 4) адиабатный

Ответ:

9. Точка росы для водяного пара в комнате равна 6 °С. В комнату внесли с балкона сухую бутылку с водой, и вскоре она покрылась мелкими капельками воды. Из этого следует, что

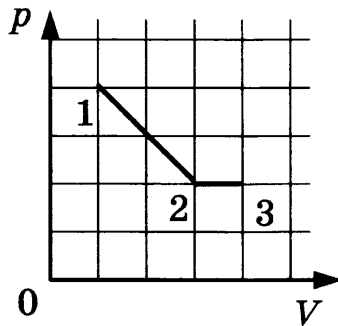
9

- 1) температура воздуха на балконе ниже 6 °С
- 2) влажность воздуха на балконе больше, чем в комнате
- 3) влажность воздуха на балконе меньше, чем в комнате
- 4) температура воздуха на балконе выше 6 °С

Ответ:

10. На рисунке показано, как менялось давление газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?

10



Ответ: _____.

11. Объем сосуда с одноатомным идеальным газом увеличили в 2 раза, выпустив половину газа и поддерживая температуру газа в сосуде постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

11

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

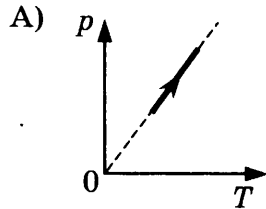
Давление газа в сосуде	Внутренняя энергия газа

12

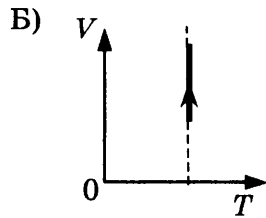
12. На рисунках приведены графики двух изопроцессов, происходящих с идеальным газом неизменной массы. Установите соответствие между графиками и изопроцессами, которые эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА



- 1) изотермический
- 2) изохорный
- 3) изобарный
- 4) адиабатный

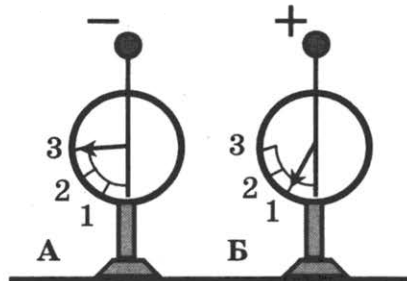


Ответ:

А	Б

13

13. На рисунке изображены два одинаковых электрометра, шары которых имеют заряды противоположных знаков. Если их шары соединить проволокой, то показания обоих электрометров

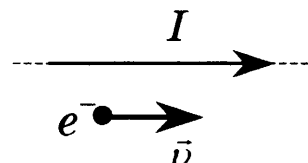


- 1) станут равными 2
- 2) не изменятся
- 3) станут равными 1
- 4) станут равными 0

Ответ:

14

14. Электрон e^- имеет горизонтальную скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рис.). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) перпендикулярно плоскости рисунка к нам \otimes
- 2) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
- 3) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
- 4) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow

Ответ:

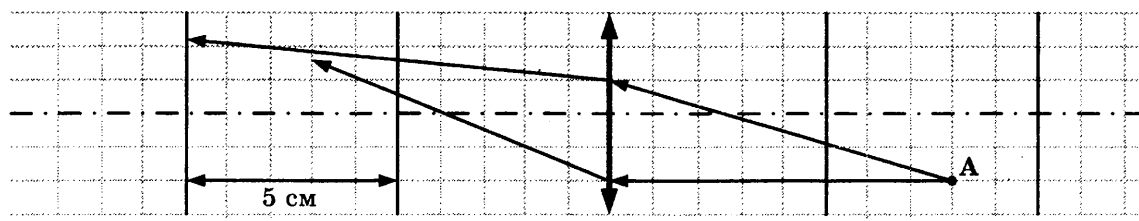
15. Первый конденсатор емкостью $3C$ подключен к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} , а второй, емкостью C , подключен к источнику с ЭДС $3\mathcal{E}$. Определите отношение энергии электрического поля второго конденсатора к энергии электрического поля первого конденсатора.

15

Ответ: _____.

16. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.

16

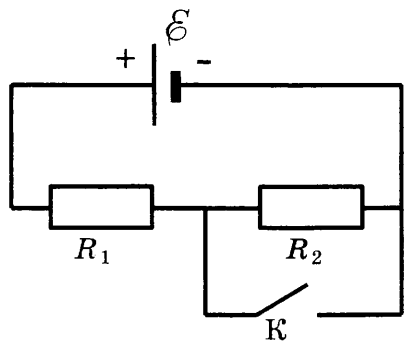


Какова оптическая сила линзы?

Ответ: _____ дптр.

17. На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} и два резистора: R_1 и R_2 . Если ключ К замкнуть, то как изменятся сила тока через резистор R_1 и напряжение на резисторе R_2 ? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.

17



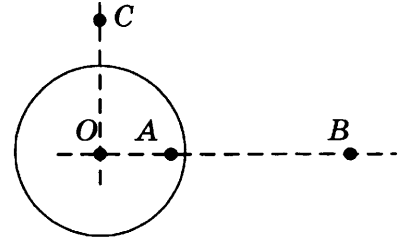
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

Сила тока через резистор R_1	Напряжение на резисторе R_2

18. На неподвижном проводящем уединенном шарике радиусом R находится заряд Q . Точка O — центр шарика, $OA = \frac{3R}{4}$, $OB = 3R$, $OC = \frac{3R}{2}$. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке C равен E_C . Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A и точке B ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ **ИХ ЗНАЧЕНИЯ**

- | | |
|---|---|
| А) модуль напряженности электростатического поля шарика в точке A | 1) 0
2) $4E_C$
3) $\frac{E_C}{2}$
4) $\frac{E_C}{4}$ |
| Б) модуль напряженности электростатического поля шарика в точке B | |

А	Б

Ответ:

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li 3 Литий 7 ₉₃ 6 ₇₄	Be 4 Бериллий 9 ₁₀₀	5 B Бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
		3	III	Na 11 Натрий 23 ₁₀₀
4	IV	K 19 Калий 39 ₉₃ 41 ₆₇	Ca 20 Кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 Скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu Медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn Цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga Галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа цинка соответственно равно

- 1) 30 протонов, 49 нейтронов
- 2) 30 протонов, 34 нейтрона
- 3) 34 протона, 30 нейтронов
- 4) 34 протона, 64 нейтрона

Ответ:

--

20. Сколько α - и β -распадов испытывает ядро урана ${}_{92}^{238}\text{U}$, превращаясь в ядро свинца ${}_{82}^{198}\text{Pb}$?

- 1) 10 α - и 10 β -распадов 3) 8 α - и 10 β -распадов
 2) 10 α - и 8 β -распадов 4) 10 α - и 9 β -распадов

Ответ:

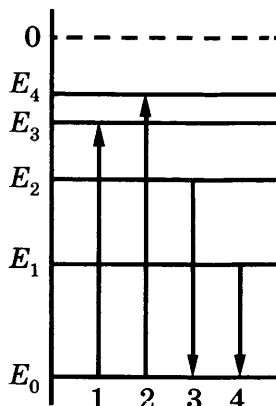
20

21. Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: _____.

21

22. На рисунке показана диаграмма нескольких энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наибольшей длины волны и испусканием света наименьшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД
А) поглощение света наибольшей длины волны	1) 1
	2) 2
Б) излучение света наименьшей частоты	3) 3
	4) 4

Ответ:

А	Б

22

23. Учитель продемонстрировал опыт по наблюдению напряжения, возникающего в катушке при пролете через нее магнита (рис. 1). Напряжение с катушки поступало в компьютерную измерительную систему и отображалось на мониторе (рис. 2).

23

блок
компьютерной
измерительной
системы

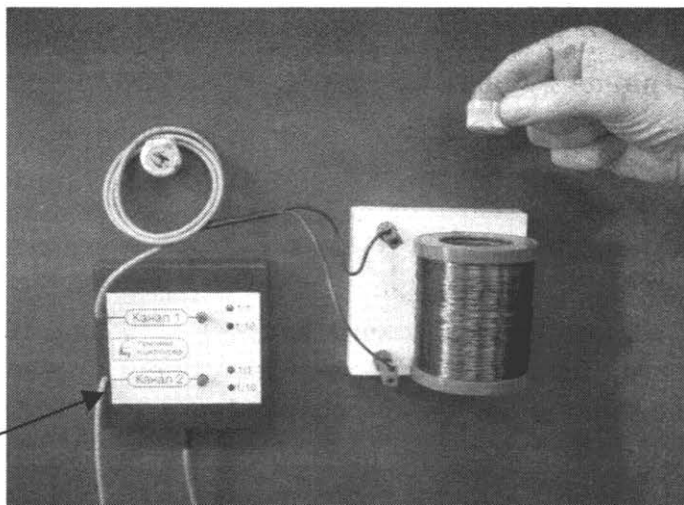


Рис.1

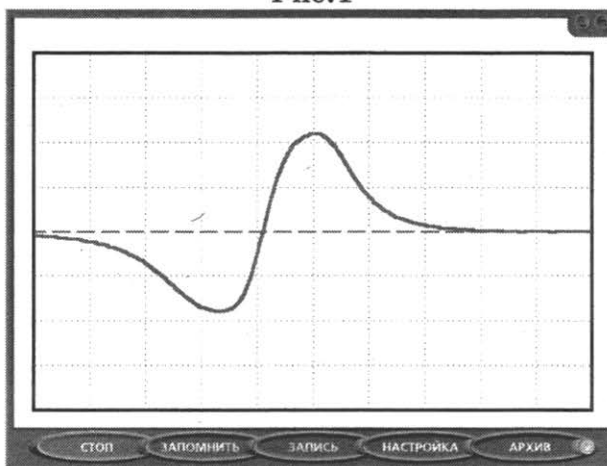


Рис. 2

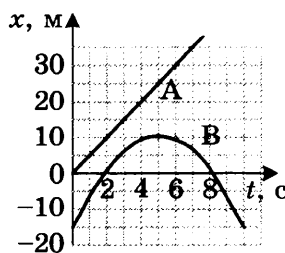
Что исследовалось в опыте?

- 1) зависимость ЭДС самоиндукции поля от изменения направления электрического тока
- 2) зависимость силы Ампера от силы тока
- 3) возникновение магнитного поля при изменении электрического поля
- 4) зависимость направления индукционного тока от изменения магнитного потока

Ответ:

24

24. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой направлена ось Ox . Выберите два верных утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело А движется с постоянной скоростью, равной 5 м/с.
- 2) В момент времени $t = 5$ с скорость тела В была больше скорости тела А.
- 3) В течение первых пяти секунд тела двигались в одном направлении.
- 4) В момент времени $t = 2$ с тела находились на расстоянии 20 м друг от друга.
- 5) За первые 5 с движения тело В прошло путь 15 м.

Ответ:

--	--

Часть 2

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

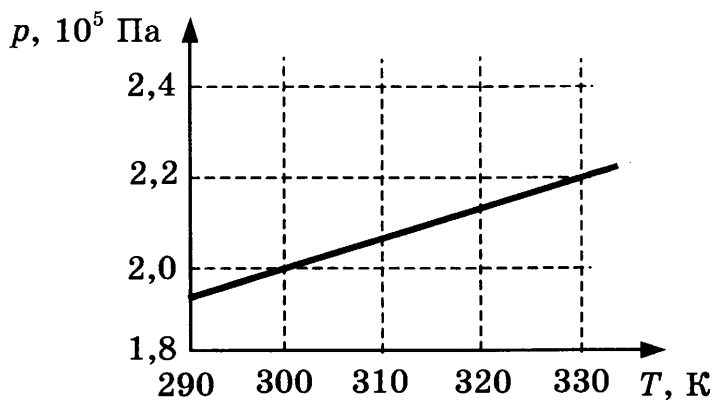
25. За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, причем его скорость увеличилась в 3 раза. Определите ускорение тела.

	25
--	----

Ответ: _____ м/с².

26. На рисунке показан график изохорного нагревания идеального газа в сосуде объемом 10^{-2} м³. Какое количество газа содержится в этом сосуде? Ответ округлите до десятых.

	26
--	----



Ответ: _____ моль.

27. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. На сколько нужно увеличить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза?

	27
--	----

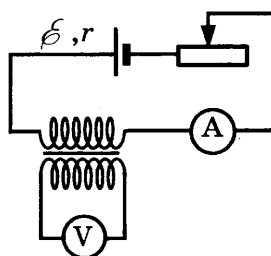
Ответ: _____ эВ.

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

28

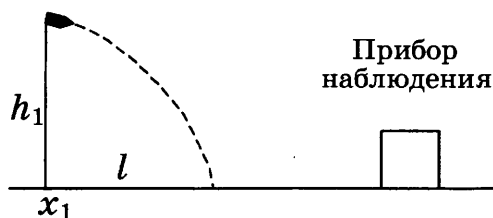
28. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата влево. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с \mathcal{E} .



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

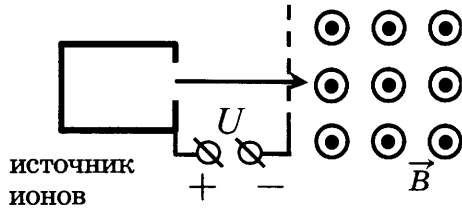
29. Прибор наблюдения обнаружил летящий снаряд и зафиксировал его горизонтальную координату x_1 и высоту $h_1 = 1655$ м над землей (см. рис.). Через 3 с снаряд упал на землю и взорвался на расстоянии $l = 1700$ м от места его обнаружения. Чему равнялось время полета снаряда от пушки до места взрыва, если считать, что сопротивление воздуха пренебрежимо мало? Пушка и место взрыва находятся на одной горизонтали.



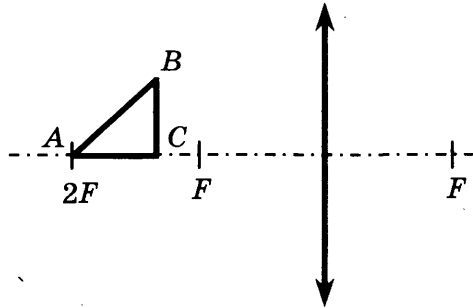
30

30. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объему. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

31. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно к вектору его индукции \vec{B} (см. рис.). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



32. Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC расположен перед тонкой собирающей линзой оптической силой $2,5$ дптр так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы (см. рис.). Вершина прямого угла C лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла A . Расстояние от центра линзы до точки A равно удвоенному фокусному расстоянию линзы, $AC = 4$ см. Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



РЕШЕНИЕ ВАРИАНТА 10

Часть 1

1. Два тела, подброшенных с поверхности земли вертикально вверх, достигли высот 10 м и 30 м и упали на землю. Пути, пройденные этими телами за время их движения,
- 1) одинаковы
 - 2) отличаются на 10 м
 - 3) отличаются на 20 м
 - 4) отличаются на 40 м

Решение:

За время своего движения по вертикали сначала вверх от поверхности земли до высоты h максимального подъема, а затем вниз до падения на землю тело проходит путь $2h$. Поэтому первое тело за время своего движения прошло путь, равный 20 м, а второе — путь, равный 60 м. Эти пути отличаются друг от друга на 40 м.

Ответ: 4.

2. Полосовой магнит массой m поднесли к массивной стальной плите массой M . Сравните силу действия магнита на плиту \vec{F}_1 с силой действия плиты на магнит \vec{F}_2 .
- 1) $F_1 = F_2$
 - 2) $\frac{F_1}{F_2} = 1 + \frac{m}{M}$
 - 3) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{M}{m}$
 - 4) $\frac{F_1}{F_2} = \frac{m}{M}$

Решение:

Согласно третьему закону Ньютона, $F_1 = F_2$.

Ответ: 1.

3. Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются друг к другу с силами величиной F . Во сколько раз увеличится величина сил гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $2m$, масса другого $\frac{m}{2}$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{2}$?

Ответ: увеличится в ___ раз(а).

Решение:

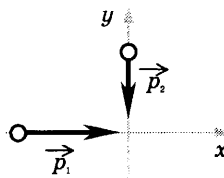
Согласно закону всемирного тяготения, величина сил притяжения между маленькими шариками массами m_1 и m_2 , находящимися на расстоянии r друг от друга, равна

$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$. Поэтому в первом случае $F_1 = G \frac{m^2}{r^2} = F$, а во втором случае

$$F_2 = G \frac{2m \cdot \frac{m}{2}}{\left(\frac{r}{2}\right)^2} = 4G \frac{m^2}{r^2} = 4F.$$

Ответ: увеличится в 4 раза.

4. Два тела движутся относительно земли по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 4 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$, а второго тела $p_2 = 3 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



Ответ: _____ кг · м/с.

Решение:

При ударе импульс системы двух тел сохраняется, поэтому после удара он тот же, что и до удара: $\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2$. Модуль импульса $p = \sqrt{p_1^2 + p_2^2} = 5 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$.

Ответ: 5 кг · м/с.

5. Шарик массой 200 г скатывается с горки высотой 2 м, наклоненной под углом 30° к горизонту. Определите работу силы тяжести при перемещении шарика от вершины до подножия горки.

Ответ: _____ Дж.

Решение:

Работа силы тяжести связана с изменением потенциальной энергии шарика в поле тяжести: $A_{\text{тяж}} = E_{\text{П1}} - E_{\text{П2}} = mgh_1 - mgh_2$. Полагая $h_1 = h$, $h_2 = 0$, получаем $A_{\text{тяж}} = mgh = 0,2 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 2 \text{ м} = 4 \text{ Дж}$.

Ответ: 4 Дж.

6. Массивный груз, подвешенный к потолку на пружине, совершает вертикальные свободные колебания. Пружина все время остается растянутой. Что происходит с кинетической энергией груза и его потенциальной энергией в поле тяжести, когда груз движется вниз от положения равновесия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Кинетическая энергия груза	Потенциальная энергия груза в поле тяжести

Решение:

В положении равновесия груза пружина уже растянута. Ниже положения равновесия упругая сила со стороны пружины превосходит по величине силу тяжести, действующую на груз. Поэтому ускорение груза направлено вверх, скорость груза v при его движении

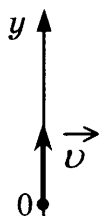
вниз от положения равновесия уменьшается, кинетическая энергия груза $E_{\text{кин.}} = \frac{mv^2}{2}$

при этом тоже уменьшается.

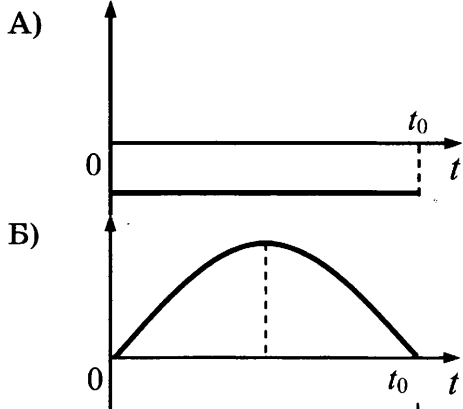
При движении вниз груз теряет высоту h , поэтому его потенциальная энергия в поле тяжести $E_{\text{потенц.}} = mgh$ уменьшается.

Ответ: 22.

7. Шарик брошен вертикально вверх с начальной скоростью \vec{v} (см. рисунок). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять (t_0 — время полета). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



Ответ:

А	Б

Решение:

А) Из упомянутых величин отрицательная константа — только проекция ускорения $a_y = -g$.

Б) График Б напоминает параболу $y(t) = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$.

Ответ: 31.

8. В воздушном насосе перекрыли выходное отверстие и быстро сжали воздух в цилиндре насоса. Какой процесс происходит с воздухом в цилиндре насоса?

- 1) изобарный 2) изохорный 3) изотермический 4) адиабатный

Ответ:

Решение:

Быстрый процесс сжатия воздуха означает практическое отсутствие теплообмена. Поэтому это адиабатный процесс.

Ответ: 4.

9. Точка росы для водяного пара в комнате равна 6°C . В комнату внесли с балкона сухую бутылку с водой, и вскоре она покрылась мелкими капельками воды. Из этого следует, что

- 1) температура воздуха на балконе ниже 6°C
 2) влажность воздуха на балконе больше, чем в комнате
 3) влажность воздуха на балконе меньше, чем в комнате
 4) температура воздуха на балконе выше 6°C

Ответ:

Решение:

Поскольку бутылка покрылась капельками воды, значит, на ее поверхности выпала роса из воздуха в комнате. По условию точка росы для водяного пара в комнате равна 6°C , значит, бутылка имела температуру ниже или равную данной. Следовательно, на балконе температура ниже 6°C .

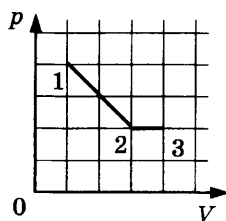
Ответ: 1.

10. На рисунке показано, как менялось давление газа в зависимости от его объема при переходе из состояния 1 в состояние 2, а затем в состояние 3. Каково отношение работ

газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ на этих двух отрезках pV -диаграммы?

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) координата шарика y
 2) проекция скорости шарика v_y
 3) проекция ускорения шарика a_y
 4) кинетическая энергия шарика



Ответ: _____ Дж.

Решение:

Работа газа равна площади фигуры под графиком процесса изменения его состояния в переменных $p-V$. Поэтому отношение работ газа $\frac{A_{12}}{A_{23}}$ равно отношению площади трапеции с вертикальными боковыми сторонами, лежащей под отрезком 1–2, к площади прямоугольника под отрезком 2–3. Это отношение равно 3.

Ответ: 3.

11. Объем сосуда с одноатомным идеальным газом увеличили в 2 раза, выпустив половину газа и поддерживая температуру газа в сосуде постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде и его внутренняя энергия?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Давление газа в сосуде	Внутренняя энергия газа

Решение:

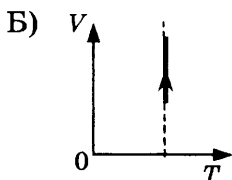
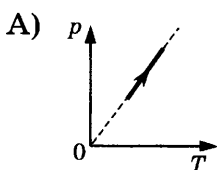
Из уравнения Клапейрона—Менделеева следует, что $p = \frac{\nu}{V} RT$. Поэтому при условиях, указанных в задаче, давление p уменьшилось в 4 раза.

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа $U = \frac{3}{2} \nu RT$ при условиях, указанных в задаче, уменьшилась в 2 раза.

Ответ: 22.

12. На рисунках приведены графики двух изопроцессов, происходящих с идеальным газом неизменной массы. Установите соответствие между графиками и изопроцессами, которые эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ



НАЗВАНИЕ ИЗОПРОЦЕССА

- 1) изотермический
- 2) изохорный
- 3) изобарный
- 4) адиабатный

Ответ:

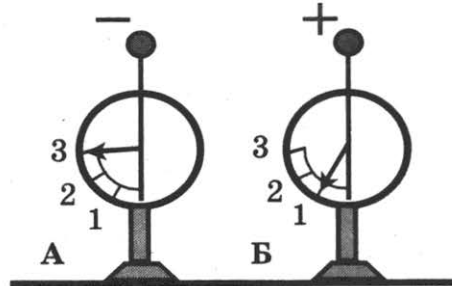
А	Б

Решение:

Первый график представляет собой прямо пропорциональную зависимость давления от температуры, при этом объем газа должен оставаться неизменным — изохорный процесс. Второй график соответствует процессу с неизменной температурой — изотермический процесс.

Ответ: 21.

13. На рисунке изображены два одинаковых электрметра, шары которых имеют заряды противоположных знаков. Если их шары соединить проволокой, то показания обоих электрметров



- 1) станут равными 2
2) не изменятся

- 3) станут равными 1
4) станут равными 0

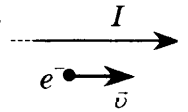
Ответ:

Решение:

Левый электромметр имеет заряд $-3q$, а правый $+q$. При соединении электрметров проводником в соответствии с законом сохранения заряда суммарный заряд станет равным $-3q + q = -2q$, который поровну разделится между электрметрами. Показания электрметров установятся в положении 1.

Ответ: 3.

14. Электрон e^- имеет горизонтальную скорость \vec{v} , направленную вдоль прямого длинного проводника с током I (см. рис.). Куда направлена действующая на электрон сила Лоренца \vec{F} ?



- 1) перпендикулярно плоскости рисунка к нам \otimes
2) горизонтально влево в плоскости рисунка \leftarrow
3) вертикально вниз в плоскости рисунка \downarrow
4) вертикально вверх в плоскости рисунка \uparrow

Ответ:

Решение:

Вектор магнитной индукции проводника с током, действующий на электрон, направлен от наблюдателя. По правилу левой руки сила Лоренца, действующая на электрон, направлена вниз в плоскости рисунка.

Ответ: 3.

15. Первый конденсатор емкостью $3C$ подключен к источнику тока с ЭДС \mathcal{E} , а второй, емкостью C , подключен к источнику с ЭДС $3\mathcal{E}$. Определите отношение энергии электрического поля второго конденсатора к энергии электрического поля первого конденсатора.

Ответ: _____ .

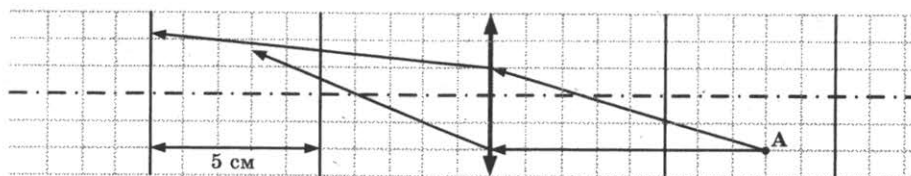
Решение:

Энергия электрического поля первого конденсатора $W_1 = \frac{3C \cdot E^2}{2}$, а второго

$$W_2 = \frac{C \cdot (3E)^2}{2}. \text{ Их отношение } \frac{W_2}{W_1} = 3.$$

Ответ: 3.

16. На рисунке показан ход лучей от точечного источника света А через тонкую линзу.



Какова оптическая сила линзы?

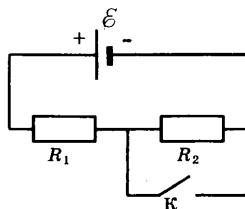
Ответ: _____ дптр.

Решение:

Длина стороны одной клетки на рисунке равна 1 см. Луч, идущий к линзе из точки А параллельно главной оптической оси линзы, после преломления в линзе пересекает эту ось в фокусе, находящемся на расстоянии 4 клеток от линзы. Значит, линза — собирающая, а ее фокусное расстояние $F = 4$ см. Оптическая сила линзы $D = 1/F = 25$ дптр.

Ответ: 25 дптр.

17. На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник тока с ЭДС \mathcal{E} и два резистора: R_1 и R_2 . Если ключ К замкнуть, то как изменится сила тока через резистор R_1 и напряжение на резисторе R_2 ? Внутренним сопротивлением источника тока пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

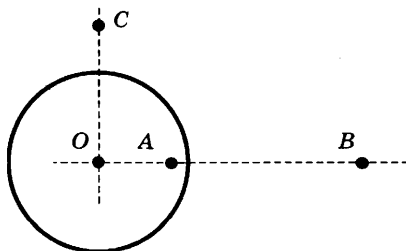
Сила тока через резистор R_1	Напряжение на резисторе R_2

Решение:

При замыкании ключа ток через резистор R_2 прекратится, а напряжение на нем станет равным нулю. Общее сопротивление внешней цепи ($R_1 + R_2$) уменьшится, а сила тока через резистор R_1 в соответствии с законом Ома увеличится.

Ответ: 12.

18. На неподвижном проводящем уединенном шарике радиусом R находится заряд Q . Точка O — центр шарика, $OA = \frac{3R}{4}$, $OB = 3R$, $OC = \frac{3R}{2}$. Модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке C равен EC . Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда Q в точке A и точке B ?



Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

- А) модуль напряженности электростатического поля шарика в точке А
 Б) модуль напряженности электростатического поля шарика в точке В

- 1) 0
 2) $4E_C$
 3) $\frac{E_C}{2}$
 4) $\frac{E_C}{4}$

Ответ:

А	Б

Решение:

Точка А находится внутри проводника, поэтому напряженность электрического поля в ней равна 0.

Точка В находится в 2 раза дальше, чем точка С. Так как $E = \frac{1}{R^2}$, то напряженность поля в точке В будет в 4 раза меньше, чем в точке С.

Ответ: 14.

19. На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов, нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространенность изотопа в природе.

2	II	Li 3 Литий 7 ₉₃ 6 ₇₄	Be 4 Бериллий 9 ₁₀₀	5 B Бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na 11 Натрий 23 ₁₀₀	Mg 12 Магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	13 Al Бор 27 ₁₀₀
4	IV	K 19 Калий 39 ₉₃ 41 ₆₇	Ca 20 Кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	Sc 21 Скандий 45 ₁₀₀
	V	29 Cu Медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30 Zn Цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31 Ga Галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Число протонов и число нейтронов в ядре самого распространенного изотопа цинка соответственно равно

- 1) 30 протонов, 49 нейтронов 3) 34 протона, 30 нейтронов
 2) 30 протонов, 34 нейтрона 4) 34 протона, 64 нейтрона

Ответ:

Решение:

Согласно данным из рисунка, самым распространенным в природе (49%) изотопом цинка является ${}^{64}_{30}\text{Zn}$, ядро которого содержит 30 протонов и 34 нейтрона.

Ответ: 2.

20. Сколько α - и β -распадов испытывает ядро урана ${}_{92}^{238}\text{U}$, превращаясь в ядро свинца ${}_{82}^{198}\text{Pb}$?

- 1) 10 α - и 10 β -распадов 3) 8 α - и 10 β -распадов
 2) 10 α - и 8 β -распадов 4) 10 α - и 9 β -распадов

Ответ: _____ .

Решение:

Каждый α -распад уменьшает массовое число ядра на 4 и его зарядовое число (атомный номер) на 2. Каждый β -распад увеличивает зарядовое число ядра на 1 и не меняет его массовое число. Отсюда для описания превращения ядра урана ${}_{92}^{238}\text{U}$ в ядро свинца ${}_{82}^{198}\text{Pb}$ через x α -распадов и y β -распадов получаем систему уравнений:

$$\begin{cases} 238 - 4x = 198, \\ 92 - 2x + y = 82 \end{cases} \text{ с решением } \begin{cases} x = 10, \\ y = 10. \end{cases}$$

Ответ: 1.

21. Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

Ответ: _____ .

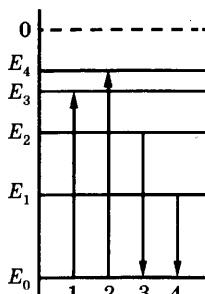
Решение:

Энергия фотона E связана с длиной волны λ равенством: $E = \frac{hc}{\lambda}$. Поэтому

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{hc}{\lambda_1} \cdot \frac{\lambda_2}{hc} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{4 \cdot 10^{-7}}{10^{-10}} = 4 \cdot 10^3 = 4000.$$

Ответ: 4000.

22. На рисунке показана диаграмма нескольких энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением света наибольшей длины волны и испусканием света наименьшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, указывающими энергетические переходы атома. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕСС

- А) поглощение света наибольшей длины волны
 Б) излучение света наименьшей частоты

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕХОД

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

Ответ:

А	Б

Решение:

А) Энергия фотона $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Поглощение фотона атомом происходит при переходе атома из состояния с более низкой энергией в состояние с более высокой энергией. Из показанных на диаграмме переходов это переходы, представленные стрелками 1 и 2. Энергия фотона равна разности значений энергии состояний. Наибольшая длина волны соответствует наименьшей энергии фотона. В случае переходов 1 и 2 это переход 1.

Б) Излучение фотона атомом происходит при переходе атома из состояния с более высокой энергией в состояние с более низкой энергией. Из показанных на диаграмме переходов это переходы, представленные стрелками 3 и 4. Энергия фотона равна разности значений энергии состояний. Наименьшая частота соответствует наименьшей энергии фотона. В случае переходов 3 и 4 это переход 4.

Ответ: 14.

23. Учитель продемонстрировал опыт по наблюдению напряжения, возникающего в катушке при пролете через нее магнита (рис. 1). Напряжение с катушки поступало в компьютерную измерительную систему и отображалось на мониторе (рис. 2).

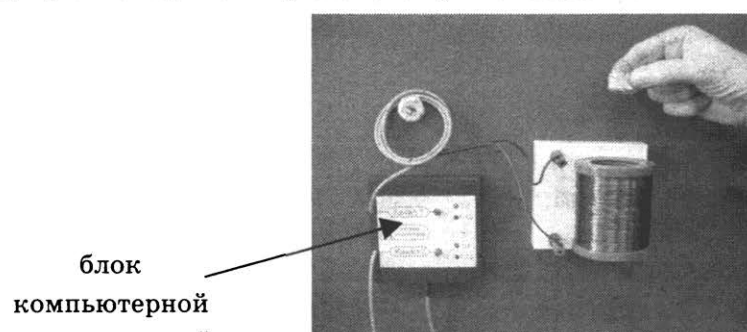


Рис. 1

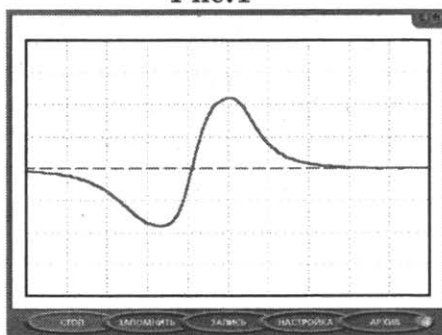


Рис. 2

Что исследовалось в опыте?

- 1) зависимость ЭДС самоиндукции поля от изменения направления электрического тока
- 2) зависимость силы Ампера от силы тока
- 3) возникновение магнитного поля при изменении электрического поля
- 4) зависимость направления индукционного тока от изменения магнитного потока

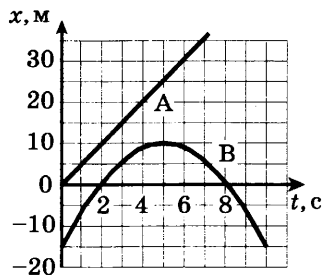
Ответ:

Решение:

В опыте при пролете магнита через катушку изменяется магнитный поток, что приводит к возникновению индукционного тока. Измерительная система фиксирует изменение напряжения на катушке, и, соответственно, можно судить об изменении направления индукционного тока.

Ответ: 4.

24. На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой направлена ось Ox . Выберите два верных утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело А движется с постоянной скоростью, равной 5 м/с.
- 2) В момент времени $t = 5$ с скорость тела В была больше скорости тела А.
- 3) В течение первых пяти секунд тела двигались в одном направлении.
- 4) В момент времени $t = 2$ с тела находились на расстоянии 20 м друг от друга.
- 5) За первые 5 с движения тело В прошло путь 15 м.

Ответ:

Решение:

1) Скорость тела А в пределах графика постоянна и равна

$$\Delta x : \Delta t = (35 \text{ м} - 0) : 7 \text{ с} = 5 \text{ м/с}.$$

2) В момент времени $t = 5$ с скорость тела В равна нулю, так как касательная к графику $x(t)$ параллельна оси t при $t = 5$ с. Скорость тела А в пределах графика постоянна и равна 5 м/с.

3) Тело А движется в положительном направлении оси Ox в течение всего времени наблюдения за ним, а тело В — только в интервале от 0 до 5 с.

4) В момент времени $t = 2$ с тела находились на расстоянии 10 м друг от друга.

5) За первые 5 с движения тело В прошло путь $15 + 10 = 25$ м.

Таким образом, верными являются утверждения 1 и 3, а остальные — неверными.

Ответ: 13.

Часть 2

25. За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, причем его скорость увеличилась в 3 раза. Определите ускорение тела.

Ответ: _____ м/с².

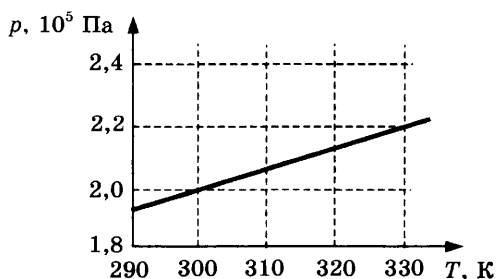
Решение:

Условие задачи приводит к следующей системе уравнений для начальной скорости тела v_0 и его ускорения a :

$$\begin{cases} v_0 + at = 3v_0, \\ v_0 t + \frac{at^2}{2} = s. \end{cases} \quad \text{Решаем систему:} \quad \begin{cases} v_0 = \frac{s}{2t} = 5 \text{ м/с}, \\ a = \frac{s}{t^2} = 5 \text{ м/с}^2. \end{cases}$$

Ответ: 5 м/с².

26. На рисунке показан график изохорного нагревания идеального газа в сосуде объемом 10^{-2} м³. Какое количество газа содержится в этом сосуде? Ответ округлите до десятых.



Ответ: _____ моль.

Решение:

Из уравнения Клапейрона—Менделеева $pV = \nu RT$ и графика следует:

$$\nu = \frac{pV}{RT} = \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-2}}{8,31 \cdot 300} \approx 0,8 \text{ моль.}$$

Ответ: 0,8 моль.

27. Фотоны с энергией 2,1 эВ вызывают фотоэффект с поверхности цезия, для которого работа выхода равна 1,9 эВ. На сколько нужно увеличить энергию фотона, чтобы максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов увеличилась в 2 раза?

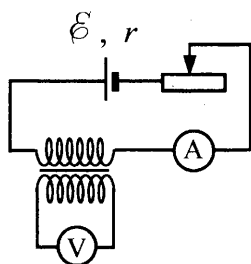
Ответ: _____ эВ.

Решение:

Из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, записанного в форме $E_{\text{фотона}} = A_{\text{выхода}} + E_{\text{макс. кин.}}$, следует, что в исходной ситуации $E_{\text{макс. кин.}} = E_1 = 2,1 \text{ эВ} - 1,9 \text{ эВ} = 0,2 \text{ эВ}$. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов должна увеличиться в 2 раза, приняв значение $E_2 = 2E_1 = 0,4 \text{ эВ}$, то есть увеличиться на 0,2 эВ. Из уравнения Эйнштейна следует, что для этого нужно увеличить энергию фотона на ту же величину, то есть на 0,2 эВ, так как $A_{\text{выхода}}$ не зависит от энергии фотона.

Ответ: 0,2 эВ.

28. На рисунке показана электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен посередине и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата влево. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с \mathcal{E} .



Возможное решение

Во время перемещения движка реостата показания амперметра будут плавно увеличиваться, а вольтметр будет регистрировать напряжение на концах вторичной обмотки.

Примечание: Для полного ответа не требуется объяснения показаний приборов в крайнем левом положении. (Когда движок придет в крайнее левое положение и движение его прекратится, амперметр будет показывать постоянную силу тока в цепи, а напряжение, измеряемое вольтметром, окажется равным нулю.)

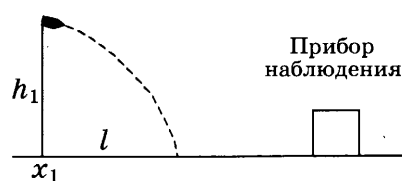
При перемещении ползунка влево сопротивление внешней цепи уменьшается, а сила тока увеличивается в соответствии с законом Ома для полной цепи $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$, где R — сопротивление внешней цепи.

Изменение тока, текущего по первичной обмотке трансформатора, вызывает изменение индукции магнитного поля, создаваемого этой обмоткой. Это приводит к изменению магнитного потока через вторичную обмотку трансформатора.

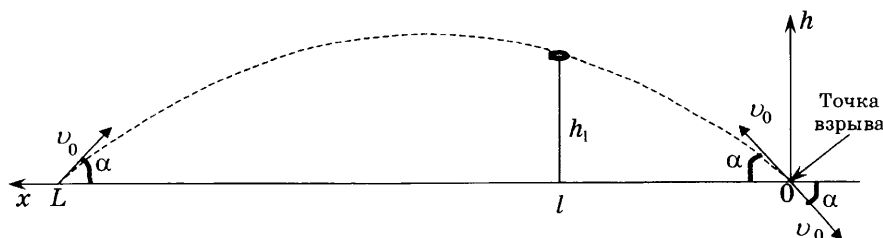
В соответствии с законом индукции Фарадея возникает ЭДС индукции $\mathcal{E}_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ во вторичной обмотке, а следовательно, напряжение U на ее концах, регистрируемое вольтметром.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>увеличение показаний амперметра и регистрация вольтметром напряжения</i>), и полное верное объяснение с указанием используемых для анализа процесса законов (в данном случае: <i>закон Ома для полной цепи, закон Фарадея</i>)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении содержится <u>один</u> из следующих недостатков. В объяснении не указаны одно из явлений или один из физических законов, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет	2
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

29. Прибор наблюдения обнаружил летящий снаряд и зафиксировал его горизонтальную координату x_1 и высоту $h_1 = 1655$ м над землей (см. рис.). Через 3 с снаряд упал на землю и взорвался на расстоянии $l = 1700$ м от места его обнаружения. Чему равнялось время полета снаряда от пушки до места взрыва, если считать, что сопротивление воздуха пренебрежимо мало? Пушка и место взрыва находятся на одной горизонтали.



Возможное решение



При отсутствии сопротивления воздуха траектория снаряда — парабола, и в точке падения на землю снаряд должен иметь ту же по модулю скорость v_0 , составляющую с горизонталью тот же угол α , что и в точке вылета. Поэтому если из точки взрыва выпустить воображаемый снаряд обратно со скоростью \vec{v}_0 , направленной под углом α к горизонту, то он полетит по той же траектории и упадет на пушку (см. рис.).

Проведем горизонтальную ось Ox с началом в точке взрыва, направленную к пушке. На этой оси координата точки, где снаряд был обнаружен, $l = 1700$ м, а по вертикальной оси ее координата $h = h_1$. Время полета до этой точки $t_1 = 3$ с. Согласно формулам кинематики имеем:

$$l = v_0 t_1 \cos \alpha; \quad (1)$$

$$h_1 = v_0 t_1 \sin \alpha - \frac{1}{2} g t_1^2. \quad (2)$$

Из уравнения (1) находим: $v_0 = \frac{l}{t_1 \cos \alpha}$. Подставив это выражение в уравнение (2), получаем:

$$h_1 = \frac{l \sin \alpha}{t_1 \cos \alpha} \cdot t_1 - \frac{1}{2} g t_1^2 = l \operatorname{tg} \alpha - \frac{1}{2} g t_1^2.$$

$$\text{Отсюда: } \operatorname{tg} \alpha = \frac{h_1 + \frac{1}{2} g t_1^2}{l} = \frac{1655 + 5 \cdot 9}{1700} = 1; \quad \alpha = 45^\circ.$$

Время τ полета снаряда находим из уравнения $h = v_0 t \sin \alpha - \frac{1}{2} g t^2$. При $t = \tau$ $h = 0$. Следовательно,

$$0 = v_0 \sin \alpha - \frac{1}{2} g \tau, \quad \tau = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2 \cdot l}{g t_1} \approx 113 \text{ с.}$$

Ответ: $\tau \approx 113$ с.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>формулы кинематики движение тела, брошенного под углом к горизонту</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p>	1

ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

ИЛИ

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0

30. Один моль аргона, находящийся в цилиндре при температуре $T_1 = 600$ К и давлении $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па, расширяется и одновременно охлаждается так, что его температура при расширении обратно пропорциональна объему. Конечное давление газа $p_2 = 10^5$ Па. Какое количество теплоты газ отдал при расширении, если при этом он совершил работу $A = 2493$ Дж?

Возможное решение

Аргон является одноатомным газом, подчиняющимся уравнению Клапейрона—Менделеева: $pV = \nu RT$, внутренняя энергия одноатомного идеального газа пропорциональна температуре:

$$U = \frac{3}{2} \nu RT, \text{ так что } U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_2.$$

С помощью уравнения Клапейрона—Менделеева и условия расширения $V_1 T_1 = V_2 T_2$ определим конечную температуру $T_2 = T_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$ и внутреннюю энергию $U_2 = \frac{3}{2} \nu RT_1 \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$.

Уменьшение внутренней энергии при расширении $\Delta U = U_1 - U_2 = \frac{3}{4} \nu RT_1 \approx 3740$ Дж.

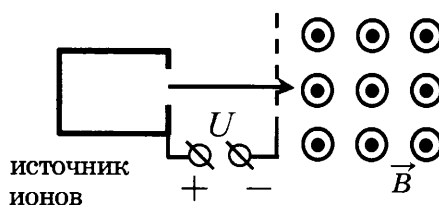
В соответствии с первым началом термодинамики уменьшение внутренней энергии равно совершенной работе и количеству теплоты, отданному газом: $\Delta U = Q + A$, поэтому $Q = \Delta U - A \approx 1247$ Дж.

Ответ: $Q \approx 1247$ Дж.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы: записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>первое начало термодинамики, формула, описывающая процесс расширения газа, формула для внутренней энергии одноатомного идеального газа, и уравнение Клапейрона—Менделеева</i>); описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>); проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); <u>представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</u></p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p>	2

<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

31. Ион ускоряется в электрическом поле с разностью потенциалов $U = 10$ кВ и попадает в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору его индукции \vec{B} (см. рис.). Радиус траектории движения иона в магнитном поле $R = 0,2$ м, отношение массы иона к его электрическому заряду $\frac{m}{q} = 5 \cdot 10^{-7}$ кг/Кл. Определите значение модуля индукции магнитного поля. Кинетической энергией иона при его вылете из источника пренебрегите.



Возможное решение

Кинетическая энергия иона при входе в магнитное поле $\frac{mv^2}{2} = qU$, (1)

где m , v и q — соответственно масса, скорость и заряд иона.

В магнитном поле на ион действует сила Лоренца, перпендикулярная скорости иона и вектору магнитной индукции $F_L = qvB$, придающая ему центростремительное ускорение

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R}. \text{ Получаем: } qvB = m \frac{v^2}{R}. \quad (2)$$

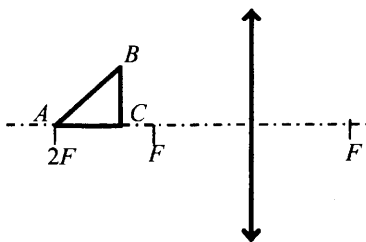
Решая систему уравнений (1) и (2), находим:

$$B = \frac{1}{R} \sqrt{2U \frac{m}{q}} = \frac{1}{0,2} \sqrt{2 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 10^{-7}} = 0,5 \text{ Тл.}$$

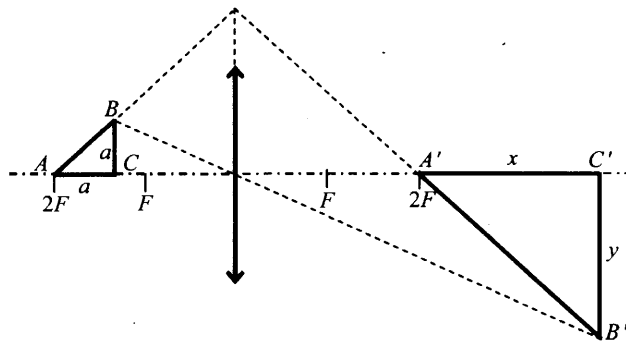
Ответ: $B = 0,5$ Тл.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>связь разности потенциалов электростатического поля с изменением кинетической энергии перемещающегося в нем заряженного тела, второй закон Ньютона, формулы для расчета силы Лоренца и центростремительного ускорения</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

32. Равнобедренный прямоугольный треугольник ABC расположен перед тонкой собирающей линзой оптической силой $2,5$ дптр так, что его катет AC лежит на главной оптической оси линзы (см. рис.). Вершина прямого угла C лежит ближе к центру линзы, чем вершина острого угла A . Расстояние от центра линзы до точки A равно удвоенному фокусному расстоянию линзы, $AC = 4$ см. Постройте изображение треугольника и найдите площадь получившейся фигуры.



Возможное решение



Длину x горизонтального катета $A'C'$ изображения находим по формуле линзы:

$$\frac{1}{2F - a} + \frac{1}{2F + x} = \frac{1}{F}, \text{ откуда } x = \frac{aF}{F - a} = \frac{a}{1 - aD}.$$

Длину y вертикального катета $B'C'$ изображения находим из подобия:

$$y = a \cdot \frac{2F + x}{2F - a} = \frac{aF}{F - a} = \frac{a}{1 - aD} = x.$$

$$\text{Площадь изображения } S_1 = \frac{1}{2} A'C' \cdot B'C' = \frac{a^2}{2(1 - aD)^2} \approx 9,9 \text{ см}^2.$$

Ответ: $S_1 \approx 9,9 \text{ см}^2$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности; <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>формула линзы</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) представлен схематический рисунок, поясняющий решение;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Пункт III представлен не в полном объеме, содержит ошибки или отсутствует.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение ко-</p>	1

<p>торых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Представлен только правильный рисунок, поясняющий решение</p>	
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

ОТВЕТЫ

СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

ВАРИАНТ 1

Задания с выбором ответа

За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	4	15	5
2	3	16	20
3	2	17	31
4	1000	18	13
5	1600	19	3
6	21	20	2
7	42	21	5
8	1	22	22
9	3	23	2
10	120	24	34
11	32	25	4
12	23	26	4
13	2	27	30
14	3		

Задания с развернутым ответом

28. В вертикальном цилиндрическом сосуде под поршнем находится воздух и водяной пар. Капли воды на стенках сосуда отсутствуют. Поршень начинают медленно опускать, уменьшая объём сосуда. Температура пара остается неизменной в течение всего процесса движения поршня. В середине процесса сжатия воздуха и пара на стенках сосуда появляются капли воды. Как будет меняться при этом относительная влажность воздуха в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

Возможное решение

1. Вода и водяной пар находятся в закрытом сосуде, поскольку капель воды на стенках нет, то можно говорить о том, что пар в начальный момент был ненасыщенным.

2. Влажность воздуха определяется по формуле $\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нас}}}$. При изотермическом сжатии

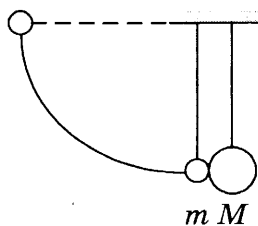
плотность пара увеличивается, а плотность насыщенных паров остается неизменной. Следовательно, в первой половине процессе относительная влажность увеличивается.

3. В середине процесса, когда на стенках появляются капли воды, пар становится насыщенным, а относительная влажность равной 100%.

При дальнейшем уменьшении объёма сосуда пар остается насыщенным, а относительная влажность равной 100%.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>изменение относительной влажности воздуха</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>формула для влажности воздуха, условие перехода ненасыщенного пара в насыщенный, изотермический процесс</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p>	0

29. Два шарика висят, соприкасаясь, на вертикальных нитях длиной $l = 1,5$ м (см. рис.). Левый шарик отклоняют на угол 90° и отпускают с начальной скоростью, равной нулю. Массы шариков $m = 0,1$ кг и $M = 0,2$ кг. Какое количество теплоты выделится в результате абсолютно неупругого удара шариков?



Возможное решение

1. Закон сохранения механической энергии до удара:

$$mgl = \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

2. Закон сохранения импульса при ударе:

$$mv = (m + M)V. \quad (2)$$

3. Количество теплоты, выделившееся при ударе:

$$Q = \frac{mv^2}{2} - \frac{(m + M)V^2}{2}. \quad (3)$$

Решая систему уравнений 1–3, получаем: $Q = \frac{mMgl}{m + M} = 1 \text{ Дж.}$

Ответ: $Q = 1 \text{ Дж.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения энергии, закон сохранения импульса</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

30. В чашке лежит кусок льда. Температура льда $t_1 = 0$ °С. Если сообщить ему количество теплоты Q , то весь лёд растает и образовавшаяся вода нагреется до температуры $t_2 = 20$ °С. Какая доля льда k растает, если сообщить ему количество теплоты $q = \frac{Q}{2}$? Тепловыми потерями на нагрев сосуда пренебречь.

Возможное решение

1. Пусть m — масса льда, λ — удельная теплота плавления льда, c — удельная теплоемкость воды. Тогда

$$\begin{cases} Q = \lambda m + cm(t_2 - t_1), \\ \frac{Q}{2} = \lambda(km). \end{cases}$$

2. Выразив Q из второго уравнения и подставив этот результат в первое уравнение, получим:

$$(2k - 1)\lambda = c(t_2 - t_1),$$

откуда

$$k = \frac{1}{2} \left[\frac{c}{\lambda} (t_2 - t_1) + 1 \right] \approx 0,63.$$

Ответ: $k \approx 0,63$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>количество теплоты, необходимое для изменения температуры тела и для перехода тела из одного агрегатного состояния в другое</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p>	1

ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

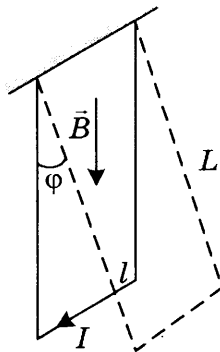
ИЛИ

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0

31. Металлический стержень длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 10$ г подвешен на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м. Проводник располагают горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл (см. рис.). Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретёт стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение 0,1 с? Угол φ отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



Возможное решение

1. При протекании тока по стержню, находящемуся в магнитном поле, на него действует сила Ампера $F = IBl = 0,1$ Н, направленная горизонтально.

2. В соответствии со вторым законом Ньютона сила вызывает горизонтальное ускорение стержня, которое в начальный момент равно $a = \frac{F}{m} = \frac{IBl}{m} = 10$ м/с².

3. За время действия силы Ампера $t = 0,1$ с стержень переместится на малое расстояние. Горизонтальная составляющая суммы сил натяжения нитей R при этом не влияет на движение стержня в горизонтальном направлении, и это движение можно считать равноускоренным. Следовательно, скорость стержня в момент выключения тока можно вычислить по формуле $v = at = \frac{IBl}{m} t$.

Ответ: $v = 1$ м/с.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>сила Ампера, второй закон Ньютона, формулы равноускоренного движения</i>); II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);	3

<p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

32. В вакууме находятся два покрытых кальцием электрода, к которым подключен конденсатор. Работа выхода электронов из кальция составляет $4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. При длительном освещении катода светом с длиной волны 435 нм фототок, возникший вначале, прекращается, а на конденсаторе появляется заряд, равный $3 \cdot 10^{-10}$ Кл. Определите ёмкость конденсатора. Ёмкостью системы электродов по сравнению с ёмкостью конденсатора пренебречь.

Возможное решение

1. Максимальная кинетическая энергия электронов, создающих фототок, определяется

из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$.

2. Фототок прекращается при условии равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$, где U — напряжение между обкладками конденсатора.

3. Разность потенциалов связана с зарядом конденсатора: $q = CU$.

Решив полученную систему уравнений, находим:

$$C = \frac{eq}{\frac{hc}{\lambda} - A} \approx 3,6 \cdot 10^{-9} \text{ Ф.}$$

Ответ: $C \approx 3,6 \text{ нФ.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, взаимосвязь частоты и длины волны фотона, формула для заряда конденсатора, равенство максимальной кинетической энергии фотоэлектронов изменению его потенциальной энергии в электрическом поле</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

ВАРИАНТ 2

Задания с выбором ответа

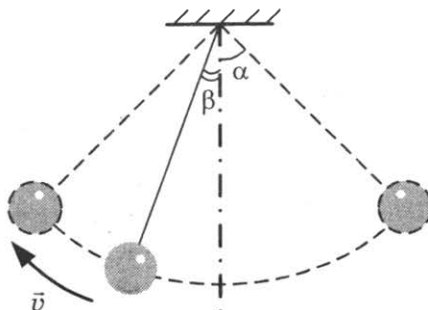
За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	15	3
2	2	16	0,5
3	4	17	22
4	54	18	21
5	2,4	19	2
6	13	20	3
7	43	21	34
8	3	22	13
9	1	23	1
10	1	24	14 или 41
11	23	25	1100
12	34	26	110
13	4	27	24
14	2		

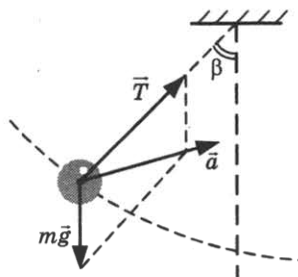
Задания с развернутым ответом

28. Маленький шарик, подвешенный к потолку на легкой нерастяжимой нити, совершает колебания в вертикальной плоскости. Максимальное отклонение нити от вертикали составляет угол $\alpha = 60^\circ$. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к шарiku в тот момент, когда шарик движется влево вверх, а нить образует угол $\beta = 30^\circ$ с вертикалью (см. рис.). Покажите на этом рисунке, куда направлено в этот момент ускорение шарика (по нити, перпендикулярно нити, внутрь траектории, наружу от траектории). Ответ обоснуйте. Соппротивление воздуха не учитывать.



Возможное решение

К шарiku приложены сила тяжести $m\vec{g}$, направленная вертикально вниз, и сила натяжения нити \vec{T} , направленная по нити вверх. Ускорение шарика \vec{a} направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} (см. рис.).



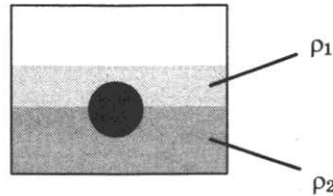
В промежуточной точке скорость шарика $\vec{v} \neq 0$, поэтому у шарика есть центростремительное ускорение $\vec{a}_c \neq 0$, направленное к центру окружности, по которой движется шарик.

Проекция ускорения шарика на касательную к окружности равна по модулю $g \sin \beta$. Поэтому у шарика есть касательная составляющая ускорения $\vec{a}_\tau \neq 0$, направленная в сторону положения равновесия.

Ускорение шарика $\vec{a} = \vec{a}_c + \vec{a}_\tau$ направлено внутрь траектории правее направления силы \vec{T} .

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае показаны силы и направление ускорения), и полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае наличие центростремительного ускорения и ненулевой проекции силы тяжести на касательную к траектории)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет	2
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

29. На границе раздела двух несмешивающихся жидкостей, имеющих плотности $\rho_1 = 900 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_2 = 3\rho_1$, плавает однородный шарик (см. рис.). Какой должна быть плотность шарика ρ , чтобы выше границы раздела жидкостей была одна треть его объема?



Возможное решение

Шарик и жидкости неподвижны в ИСО, связанной с Землей. В этом случае, как следует из второго закона Ньютона, сила Архимеда, действующая на шарик, уравнивает действующую на него силу тяжести:

$\rho_1 V_1 g + \rho_2 V_2 g = \rho (V_1 + V_2) g$ (здесь V_1 и V_2 — соответственно объемы шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела). Отсюда:

$$\rho_1 \frac{V_1}{V_1 + V_2} + \rho_2 \frac{V_2}{V_1 + V_2} = \rho. \quad (1)$$

Доли объема шарика, находящиеся выше и ниже границы раздела жидкостей, связаны соотношением

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} + \frac{V_2}{V_1 + V_2} = 1. \quad (2)$$

Решая систему уравнений (1)–(2), получаем:

$$\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1}.$$

По условию задачи $\frac{V_1}{V_1 + V_2} = \frac{1}{3}$, так что $\frac{\rho_2 - \rho}{\rho_2 - \rho_1} = \frac{1}{3}$, откуда

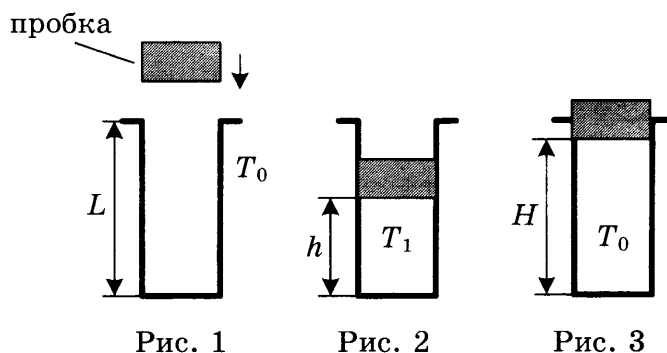
$$\rho = \frac{1}{3}(\rho_1 + 2\rho_2) = \frac{7}{3}\rho_1 = 2100 \text{ кг/м}^3.$$

Ответ: $\rho = 2100 \text{ кг/м}^3$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Архимеда и второй закон Ньютона</i>);</p> <p>II) описаны все <u>вновь</u> вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный</u> ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

30. В камере, заполненной азотом, при температуре $T_0 = 300$ К находится открытый цилиндрический сосуд (см. рис. 1). Высота сосуда $L = 50$ см. Сосуд плотно закрывают цилиндрической пробкой и охлаждают до температуры $T_1 = 240$ К. В результате расстояние от дна сосуда до низа пробки становится равным h (см. рис. 2). Затем сосуд нагревают до первоначальной температуры T_0 . Расстояние от дна сосуда до низа пробки при этой температуре становится равным $H = 46$ см (см. рис. 3). Чему равно h ? Величину силы трения между пробкой и стенками сосуда считать одинаковой при движении пробки вниз и вверх. Массой пробки пренебречь. Давление азота в камере во время эксперимента поддерживается постоянным.



Возможное решение

Пусть p_0 — давление азота в камере;

p_1 — давление в сосуде в ситуации на рис. 2;

p_2 — давление в сосуде при температуре T_0 в конце опыта;

S — площадь горизонтального сечения сосуда.

Параметры газа в сосуде в первоначальном состоянии и при температуре T_1 связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона—Менделеева:

$$\frac{p_1 h S}{T_1} = \frac{p_0 L S}{T_0}, \text{ откуда } p_1 = p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Условие равновесия пробки при температуре T_1 :

$$p_0 S - F_{\text{тр1}} - p_1 S = 0, \text{ откуда } F_{\text{тр1}} = (p_0 - p_1) S.$$

Параметры газа в сосуде в первоначальном и конечном состояниях тоже связаны равенством, следующим из уравнения Клапейрона—Менделеева:

$$\frac{p_2 HS}{T_0} = \frac{p_0 LS}{T_0}, \text{ откуда } p_2 = p_0 \cdot \frac{L}{H}.$$

Условие равновесия пробки в конечном состоянии:

$$p_2 S - p_0 S - F_{\text{тр1}} = 0,$$

откуда

$$p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{тр1}}}{S} = p_0 + p_0 - p_1 = 2p_0 - p_0 \cdot \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

Приравнивая друг к другу два выражения для p_2 , получаем равенство

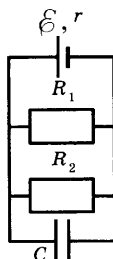
$$\frac{L}{H} = 2 - \frac{L}{h} \cdot \frac{T_1}{T_0}.$$

$$\text{Отсюда: } h = \frac{L \cdot \frac{T_1}{T_0}}{2 - \frac{L}{H}} \approx 43,8 \text{ см.}$$

Ответ: $h \approx 43,8$ см.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение Клапейрона–Менделеева; условие равновесия тела, движущегося поступательно</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

31. Источник постоянного тока с внутренним сопротивлением $r = 0,4$ Ом подсоединен к параллельно соединенным резисторам $R_1 = 10$ Ом, $R_2 = 2$ Ом и конденсатору емкости $C = 5$ мкФ. Определите ЭДС источника \mathcal{E} , если энергия электрического поля конденсатора $W = 10$ мкДж.



Возможное решение

Конденсатор заряжен, поэтому ток через него не течет. Согласно закону Ома для замкнутой цепи через источник течет ток силы $I = \frac{\mathcal{E}}{r + R_0}$, где $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ — сопротивление внешней цепи (параллельно соединенных резисторов R_1 и R_2).

Так как конденсатор подключен параллельно с резисторами R_1 и R_2 , то напряжение на конденсаторе $U = IR_0 = \frac{\mathcal{E}R_0}{r + R_0} = \frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}$.

Определим энергию электрического поля конденсатора:

$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{C}{2} \left(\frac{\mathcal{E}R_1 R_2}{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2} \right)^2, \text{ откуда найдем ЭДС источника:}$$

$$\mathcal{E} = \sqrt{\frac{2W}{C} \cdot \frac{r(R_1 + R_2) + R_1 R_2}{R_1 R_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-5}}{5 \cdot 10^{-6}} \cdot \frac{0,4 \cdot 12 + 20}{20}} = 2,48 \text{ В.}$$

Ответ: $\mathcal{E} = 2,48$ В.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>закон Ома для полной электрической цепи и для участка цепи, формула для расчета сопротивления параллельно соединенных резисторов, выражение для энергии электрического поля конденсатора</u>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

32. В открытый контейнер объемом 80 мл поместили изотоп полония-210 ${}_{84}^{210}\text{Po}$. Затем контейнер герметично закрыли. Изотоп полония радиоактивен и претерпевает альфа-распад с периодом полураспада примерно 140 дней, превращаясь в стабильный изотоп свинца. Через 5 недель давление внутри контейнера составило $1,3 \cdot 10^5$ Па. Какую массу полония первоначально поместили в контейнер? Температура внутри контейнера поддерживается постоянной и равна 45°C . Атмосферное давление равно 10^5 Па.

Возможное решение

В герметично закрытом контейнере первоначально находятся полоний и атмосферный воздух. В процессе радиоактивного распада полония в контейнере будут образовываться атомы свинца и гелия, в результате чего искомое давление в контейнере будет складываться из парциальных давлений воздуха p_0 и гелия p_1 , т.е. $p = p_0 + p_1$.

Парциальное давление гелия можно определить с помощью уравнения Клапейрона—

Менделеева: $p_1 V = \frac{m_1}{\mu_1} RT_0$, где V — объем контейнера; T_0 — абсолютная температура в

нем; m_1 и μ_1 — соответственно масса и молярная масса гелия.

К определенному моменту времени t число атомов гелия N_1 равно числу распавшихся атомов полония и может быть определено с помощью закона радиоактивного распада:

$N_1 = N_0 - N$ и $N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$, где $N_0 = \frac{m}{\mu} N_A$ — начальное число атомов полония; m и μ —

соответственно начальная масса полония и его молярная масса ($0,210$ кг/моль); N — оставшееся к моменту времени t число атомов полония; T — период полураспада полония. Число молей получившегося в результате распада гелия равно числу молей распавшегося

полония: $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{m}{\mu} = \frac{N_1}{N_A}$; следовательно, $\frac{m_1}{\mu_1} = \frac{N_0}{N_A} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = \frac{m}{\mu} \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)$.

В результате математических преобразований (в решении они должны быть представлены) получаем:

$$m = \frac{(p - p_0) V \mu}{RT_0 \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{7,5}{140}}\right)} = \frac{(1,3 \cdot 10^5 - 10^5) \cdot 80 \cdot 10^{-6} \cdot 0,21}{8,3 \cdot 318 \cdot \left(1 - 2^{-\frac{1}{4}}\right)} \approx 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \approx 1,2 \text{ г.}$$

Ответ: $m \approx 1,2$ г.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение Клапейрона–Менделеева, закон Дальтона, закон радиоактивного распада</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

ВАРИАНТ 3

Задания с выбором ответа

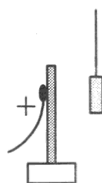
За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	15	2,4
2	2	16	2
3	250	17	21
4	54	18	13
5	1,2	19	4
6	33	20	3
7	42	21	1,625
8	2	22	34
9	1	23	1
10	100	24	25
11	11	25	6
12	42	26	3
13	3	27	0,036
14	4		

Задания с развернутым ответом

28. Около небольшой металлической пластины, укрепленной на изолирующей подставке, подвесили на непроводящей нити легкую стальную незаряженную гильзу. Когда пластину подсоединили к клемме электрофорной машины, подав на пластину положительный заряд, гильза пришла в движение. Опишите движение гильзы и объясните его.



Возможное решение

1. Под действием электрического поля пластины изменится распределение электронов в гильзе и произойдет ее электризация: та ее сторона, которая ближе к пластине, будет иметь отрицательный заряд, а противоположная сторона — положительный.
2. Поскольку силы взаимодействия заряженных тел уменьшаются с ростом расстояния между ними, притяжение к пластине левой стороны гильзы будет сильнее отталкивания правой стороны гильзы, и гильза будет двигаться к пластине, пока не коснется ее.
3. В момент касания часть электронов перейдет с гильзы на положительно заряженную пластину, гильза приобретет положительный заряд и оттолкнется от одноименно заряженной пластины. Гильза отклонится вправо и зависнет в положении, в котором равнодействующая всех сил равна нулю.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>описание движения гильзы</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>электризация, взаимодействие заряженных тел</i>)	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

29. На краю стола высотой $h = 1,25$ м лежит пластилиновый шарик массой $m = 100$ г. На него со стороны стола налетает по горизонтали второй пластилиновый шарик, имеющий скорость $v = 0,9$ м/с. Какой должна быть масса второго шарика, чтобы точка приземления шариков на пол была дальше от стола, чем заданное расстояние $L = 0,3$ м? (Удар считать центральным.)

Возможное решение

1. В соответствии с законом сохранения импульса,

$$Mv = (m + M)V \quad (1)$$

2. Время полета тела массой $(m + M)$, падающего с высоты h

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (2)$$

За это время тело массой $(m + M)$ сместится по горизонтали на расстояние

$$L = Vt. \quad (3)$$

3. Решая систему уравнений (1)–(3), будем иметь:

$$M = \frac{m}{\left(\frac{v}{L} \sqrt{\frac{2h}{g}} - 1\right)},$$

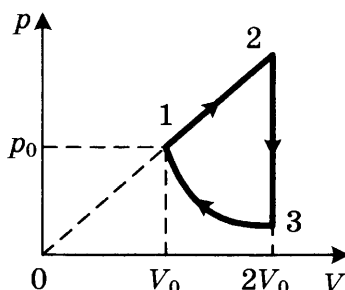
откуда получаем искомый результат:

$$M > \frac{m}{\left(\frac{v}{L} \sqrt{\frac{2h}{g}} - 1\right)} = 200 \text{ г.}$$

Ответ: $M > 200 \text{ г.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон сохранения импульса, формулы кинематики свободного падения);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

30. На рисунке показан циклический процесс, который проводят с одноатомным идеальным газом. На участке 1–2 газ совершает работу $A_{12} = 1000$ Дж. На адиабате 3–1 внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = 370$ Дж. Масса газа в ходе процесса не меняется. Найдите количество теплоты $|Q_{\text{хол.}}|$, отданное газом за цикл холодильнику.



Возможное решение

1. В данном цикле рабочее тело на участке 1–2 получает положительное количество теплоты от нагревателя: $Q_{\text{нагр.}} = Q_{12} = (U_2 - U_1) + A_{12}$.

На участке 2–3 (изохора) рабочее тело отдает холодильнику количество теплоты $|Q_{\text{хол.}}| = U_2 - U_3$.

Наконец, на участке 3–1 (адиабата) внешние силы сжимают газ, совершая работу $|A_{31}| = U_1 - U_3$.

Поэтому количество теплоты $|Q_{\text{хол.}}|$, отданное газом за цикл холодильнику, можно представить в виде: $|Q_{\text{хол.}}| = (U_2 - U_1) + (U_1 - U_3) = (U_2 - U_1) + |A_{31}|$.

2. Модель одноатомного идеального газа:

$$\begin{cases} pV = \nu RT; \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$$

3. Судя по рисунку в условии, $\frac{p_2}{p_1} = \frac{V_2}{V_1}$, откуда $p_2 = p_1 \frac{V_2}{V_1} = 2p_0$.

Поэтому

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2} p_2 V_2 - \frac{3}{2} p_1 V_1 = \frac{3}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{9}{2} p_0 V_0,$$

$$A_{12} = \frac{1}{2} p_2 V_2 - \frac{1}{2} p_1 V_1 = \frac{1}{2} (2p_0 \cdot 2V_0 - p_0 V_0) = \frac{3}{2} p_0 V_0,$$

откуда получаем: $U_2 - U_1 = 3A_{12}$.

4. В результате

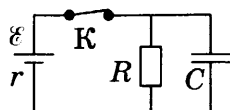
$$|Q_{\text{хол.}}| = (U_2 - U_1) + |A_{31}| = 3A_{12} + |A_{31}| = 3370 \text{ Дж.}$$

Ответ: $|Q_{\text{хол.}}| = 3A_{12} + |A_{31}| = 3370$ Дж.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: уравнение Менделеева–Клапейрона, формула внутренней энергии идеального газа, первое начало термодинамики);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

31. На рисунке показана электрическая схема, в которой ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 24$ В, сопротивление резистора $R = 25$ Ом, заряд конденсатора 2 мкКл. В начальный момент ключ K замкнут. После размыкания ключа K в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты 20 мкДж. Найдите внутреннее сопротивление батарейки r .



Возможное решение

Количество теплоты, выделяющееся на резисторе после размыкания ключа:

$$Q = W_C = \frac{CU^2}{2} = \frac{qU}{2}.$$

Напряжение на конденсаторе равно напряжению на резисторе.

$$\text{С учетом закона Ома для полной цепи } U = IR = \frac{\mathcal{E}R}{r + R}.$$

$$\text{Комбинируя эти формулы, находим: } r = R \left(\frac{\mathcal{E}q}{2Q} - 1 \right).$$

Ответ: $r = 5$ Ом.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для энергии конденсатора, закон Ома для полной цепи, равенство напряжений на конденсаторе и резисторе при их параллельном включении</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

32. В опыте наблюдается фотоэффект при облучении металлической пластины светом частотой $\nu = 1,6 \cdot 10^{15}$ Гц. Работа выхода электронов из данного металла равна 3,7 эВ. Вылетающие из пластины фотоэлектроны попадают в однородное электрическое поле напряжённостью 130 В/м, причём вектор напряжённости \vec{E} направлен к пластине перпендикулярно её поверхности. Какова максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов на расстоянии 10 см от пластины?

Возможное решение

Согласно уравнению Эйнштейна для фотоэффекта энергия поглощаемого фотона равна сумме работы выхода фотоэлектрона из металла и максимальной кинетической энергии фотоэлектрона:

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}. \quad (1)$$

В электрическом поле на электрон действует сила, направление которой противоположно направлению вектора напряжённости поля. Поэтому в нашем случае фотоэлектроны будут ускоряться полем. В точке измерения их максимальная кинетическая энергия

$$\varepsilon = \frac{mv^2}{2} + eU, \quad (2)$$

где U — разность потенциалов между поверхностью пластины и эквипотенциальной поверхностью на расстоянии $L = 10$ см от неё.

Поскольку поле однородное и вектор \vec{E} перпендикулярен пластине, то

$$U = EL. \quad (3)$$

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), находим:

$$h\nu = A + \varepsilon - eEL.$$

$$\text{Отсюда: } \varepsilon = h\nu - A + eEL = \frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 1,6 \cdot 10^{15}}{1,6 \cdot 10^{-19}} - 3,7 + 130 \cdot 0,1 = 15,9 \text{ эВ.}$$

Ответ: $\varepsilon = 15,9$ эВ.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: формула для энергии фотона, уравнение Эйнштейна, связь изменения кинетической энергии электрона и ускоряющей разности потенциалов, связь разности потенциалов с напряжённостью однородного поля);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p>	1

ИЛИ

В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.

ИЛИ

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи

Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла

0

ВАРИАНТ 4

Задания с выбором ответа

За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	4	15	18
2	1	16	1
3	2	17	22
4	4,5	18	43
5	3	19	4
6	13	20	2
7	24	21	D
8	1	22	23
9	3	23	1
10	132	24	34 или 43
11	11	25	1
12	41	26	0
13	1	27	0,5
14	4		

Задания с развернутым ответом

28. На площадку падает зеленый свет от лазера. Лазер заменяют на другой, который генерирует красный свет. Мощность излучения, падающего на площадку, в обоих случаях одна и та же. Как меняется в результате такой замены число фотонов, падающих на площадку в единицу времени? Укажите закономерности, которые Вы использовали при обосновании своего ответа.

Возможное решение

Увеличивается.

Свет, падающий на предмет, можно представить как поток фотонов с энергией $E_\phi = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$. Известно, что длина волны зеленого света меньше длины волны красного света; следовательно, частота зеленого света больше, чем красного. Так как энергия фотона $E = h\nu$, то энергия фотонов зеленого света больше, чем красного.

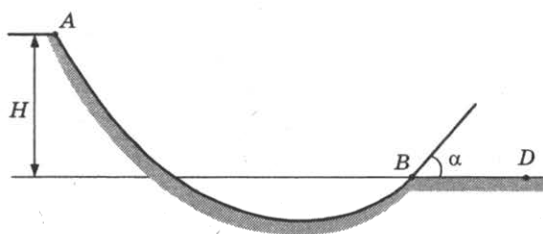
Мощность светового излучения, падающего на площадку, $P = E_\phi \cdot \frac{\Delta N}{\Delta t}$, где Δt — интервал времени измерения (например, $\Delta t = 1$ с); ΔN — число фотонов, упавших на площадку за это время. В данном случае $P_1 = P_2$, $E_{\phi 1} > E_{\phi 2}$,

$$\text{откуда } \frac{\Delta N_2}{\Delta N_1} = \frac{E_{\text{фот.зел.}}}{E_{\text{фот.кр.}}} > 1.$$

Следовательно, число фотонов увеличится.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае число фотонов уменьшается), и полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: зависимость длины волны от цвета падающего света, выражения для мощности светового излучения и для энергии фотона)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недочет	2
Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

29. Массивная шайба начинает движение по желобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D , находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рис.). Найдите массу шайбы, если $BD = 2$ м. Сопротивлением воздуха пренебречь.



Возможное решение

Скорость шайбы v в точке B найдем из баланса энергии шайбы в точках A и B с учетом потерь на трение: $\frac{mv^2}{2} = mgH - \Delta E$.

Отсюда: $v^2 = 2gH - \frac{2\Delta E}{m}$.

Время t полета шайбы из точки B в точку D определим из зависимости:

$$y = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2} = 0,$$

где y — вертикальная координата шайбы в системе отсчета с началом координат в точке

В. Отсюда: $t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$.

Дальность полета BD определяется из выражения для горизонтальной координаты x шайбы в той же системе отсчета:

$$BD = v \cos \alpha \cdot t = \frac{v^2}{g} \sin 2\alpha.$$

Подставляя в выражение для BD значение v^2 , получаем:

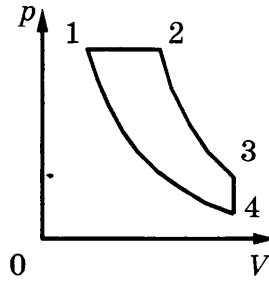
$$BD = 2 \left(H - \frac{\Delta E}{mg} \right) \sin 2\alpha.$$

Отсюда находим массу шайбы: $m = \frac{2\Delta E \sin 2\alpha}{g(2H \sin 2\alpha - BD)} = 0,05$ кг.

Ответ: $m = 0,05$ кг.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения энергии и формулы кинематики движения тела, брошенного под углом к горизонту</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

30. Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображен на pV -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД цикла равен 50%, определите модуль отношения изменения температуры газа при изобарном процессе ΔT_{12} к изменению его температуры ΔT_{34} при изохорном процессе.



Возможное решение

При изобарном расширении на участке 1–2 газ получает от нагревателя количество теплоты Q_{12} , а на участке 3–4 отдает холодильнику в изохорном процессе количество теплоты Q_{34} . На других участках теплообмен отсутствует. В соответствии с первым началом термодинамики работа газа за цикл A равна разности количества теплоты, полученной от нагревателя и отданной холодильнику $A = Q_{12} - Q_{34}$, а КПД теплового двигателя $\eta = \frac{A}{Q_{12}} = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}}$.

Количество теплоты Q_{12} , полученное при изобарном расширении на участке 1–2, равно сумме увеличения внутренней энергии газа при увеличении его температуры и работы газа на этом участке: $Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}$. Внутренняя энергия идеального газа пропорциональна абсолютной температуре, и для 1 моль одноатомного газа $U = \frac{3}{2}RT$, а ее изменение

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2}R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2}R\Delta T_{12}.$$

Работа газа при изобарном расширении $A_{12} = p_1(V_2 - V_1)$. Выражая ее через изменение температуры с помощью уравнения Клапейрона—Менделеева $pV = RT$, получим:

$$A_{12} = p_1(V_2 - V_1) = R\Delta T_{12}.$$

$$\text{Отсюда: } Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} = \frac{5}{2}R\Delta T_{12}.$$

Количество теплоты Q_{34} , отданное при изохорном охлаждении на участке 3–4, равно уменьшению внутренней энергии газа на этом участке: $Q_{34} = |\Delta U_{34}| = \frac{3}{2}R|\Delta T_{34}|$.

$$\text{В итоге получим: } \eta = 1 - \frac{Q_{34}}{Q_{12}} = 1 - \frac{3|\Delta T_{34}|}{5\Delta T_{12}}.$$

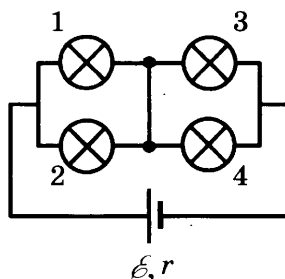
$$\text{Отсюда находим: } \frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2.$$

$$\text{Ответ: } \frac{\Delta T_{12}}{|\Delta T_{34}|} = 1,2.$$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>КПД теплового двигателя, первый закон термодинамики, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа и уравнение Клапейрона–Менделеева</i>);	3

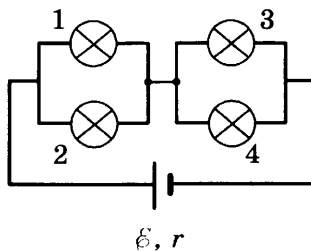
<p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

31. Какая тепловая мощность выделяется на лампе 4 в цепи, собранной по схеме, изображенной на рисунке? Сопротивление ламп 1 и 2 $R_1 = 20$ Ом, ламп 3 и 4 $R_2 = 10$ Ом. Внутреннее сопротивление источника $r = 5$ Ом, его ЭДС $\mathcal{E} = 100$ В.



Возможное решение

Сопротивление внешней цепи $R_0 = \frac{R_1}{2} + \frac{R_2}{2} = \frac{R_1 + R_2}{2}$.



По закону Ома для полной цепи ток, текущий через источник в цепи,

$$I = \frac{\varepsilon}{R_0 + r} = \frac{2\varepsilon}{R_1 + R_2 + 2r}.$$

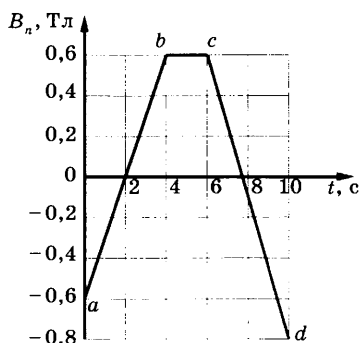
Сила тока, текущего через лампу 4, равна половине силы тока, текущего через источник. По закону Джоуля—Ленца мощность, выделяющаяся на лампе 4,

$$P = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R_2 = \frac{\varepsilon^2 R_2}{(R_1 + R_2 + 2r)^2} = \frac{10000 \cdot 10}{1600} = 62,5 \text{ Вт.}$$

Ответ: $P = 62,5 \text{ Вт.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Джоуля—Ленца, закон Ома для полной цепи; правильно рассчитано сопротивление схемы);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

32. Проволочная рамка с сопротивлением $R = 0,2$ Ом находится в однородном магнитном поле с индукцией \vec{B} . На рисунке изображено изменение проекции вектора \vec{B} на перпендикуляр к плоскости рамки с течением времени. За время $t = 10$ с в рамке выделилось количество теплоты $Q = 4,1$ мДж. Какова площадь рамки?



Возможное решение

При изменении магнитного поля поток вектора магнитной индукции $\Phi(t) = B(t)S$ через рамку площадью S изменяется, что создает в ней ЭДС индукции \mathcal{E} . В соответствии с законом индукции Фарадея $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} S$.

Эта ЭДС вызывает в рамке ток, сила которого определяется законом Ома для замкнутой цепи: $I = \frac{\mathcal{E}}{R} = -\frac{\Delta B_n}{\Delta t} \frac{S}{R}$.

За время Δt по рамке пройдет заряд $q = I\Delta t$ и ЭДС индукции совершит работу $A = \mathcal{E}q = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} I\Delta t = -I\Delta\Phi$, которая перейдет в тепло.

Подставляя сюда выражения для силы тока и изменения потока $\Delta\Phi = S\Delta B_n$, получим работу ЭДС индукции: $A = \frac{S^2}{R} \frac{(\Delta B_n)^2}{\Delta t}$.

За время $\Delta t_1 = t_1 = 4$ с на участке графика ab изменение $\Delta B_1 = B_1 - B_0 = 1,2$ Тл. На участке bc индукционный ток не возникает. На третьем участке cd $\Delta t_3 = t_3 - t_1 = \Delta t_1 = 4$ с и $\Delta B_3 = B_2 - B_1 = -1,4$ Тл, поэтому суммарное количество теплоты

$$Q = A = A_1 + A_2 = \frac{S^2}{R} \left[\frac{(\Delta B_1)^2}{\Delta t_1} + \frac{(\Delta B_3)^2}{\Delta t_3} \right].$$

Отсюда: $S = \sqrt{\frac{QR\Delta t_1}{(\Delta B_1)^2 + (\Delta B_3)^2}}$.

Подставляя значения физических величин, получим:

$$S = \sqrt{\frac{4,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 \cdot 4}{1,2^2 + 1,4^2}} = \sqrt{\frac{32,8}{3,4}} \cdot 10^{-2} \approx 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Ответ: $S = 3,1 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон электромагнитной индукции, закон Джоуля-Ленца; из графика найдены скорости изменения проекции	3

<p>вектора индукции магнитного поля B_n на перпендикуляр к плоскости рамки на первом и втором участках);</p> <p>II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

ВАРИАНТ 5

Задания с выбором ответа

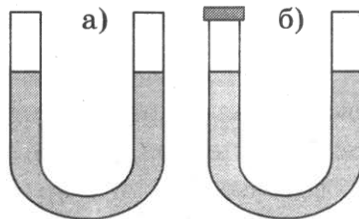
За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	15	8
2	2	16	75
3	2,25	17	13
4	2	18	32
5	12	19	2
6	13	20	2
7	31	21	0,5
8	2	22	31
9	2	23	1
10	390	24	14
11	32	25	0,2
12	24	26	10
13	3	27	15
14	2		

Задания с развернутым ответом

28. В помещении находится открытая сверху U-образная трубка, в которую налита ртуть (рис. а). Левое колено трубки плотно закрывают пробкой (рис. б), после чего температуру в помещении увеличивают. Что произойдёт с уровнями ртути в коленах трубки? Атмосферное давление считать неизменным. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Возможное решение

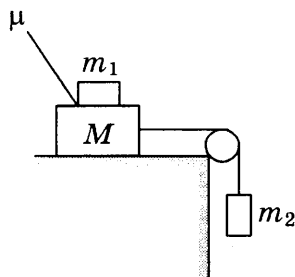
1. Уровень ртути в закрытом колене трубки понизится, а в открытом повысится.
2. Сначала давление атмосферного воздуха над поверхностями ртути в трубке одинаково, поэтому уровни жидкости в коленах одинаковы (следствие условия равновесия).
3. Изначально под пробкой находится воздух при атмосферном давлении. При увеличении температуры в комнате воздух в закрытом колене начнёт прогреваться, его температура увеличится, и его давление также увеличится. При этом давление атмосферного воздуха в комнате практически не изменится.
4. Увеличение давления на жидкость в закрытом колене приведёт к тому, что уровень ртути в нём по сравнению с первоначальным положением понизится на Δh . В свою очередь, уровень ртути в открытом колене повысится на величину Δh . Давление воздуха в

закрытом колене станет равным сумме атмосферного давления и давления столба ртути:

$$p = p_{\text{атм}} + \rho g 2\Delta h; \text{ в сосуде установится новое положение равновесия столба ртути.}$$

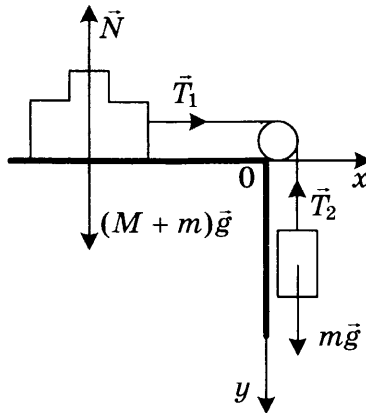
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>понижение уровня ртути в закрытом колене трубки и повышение уровня в открытом</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>зависимость давления газа от температуры, зависимость давления столба жидкости от высоты столба</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

29. Система грузов M , m_1 и m_2 , показанная на рисунке, движется из состояния покоя. Грузы M и m_2 связаны легкой нерастяжимой нитью, которая скользит по блоку без трения. Коэффициент трения между грузами M и m_1 равен $\mu = 0,3$. Пусть $M = 2,4$ кг, $m_1 = m_2 = m$. Считать, что поверхность стола — горизонтальная и гладкая. При каких значениях m грузы M и m_1 движутся как одно целое? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



Возможное решение

1. Пока грузы M и m_1 движутся как одно целое, будем считать их одним телом $M + m$ сложной формы. На рисунке показаны внешние силы, действующие на это тело и на груз m_2 .



2. Будем считать систему отсчета, связанную со столом, инерциальной. Запишем второй закон Ньютона для каждого из тел в проекциях на оси Ox и Oy введенной системы координат:

$$\left. \begin{aligned} Ox: (M + m)a_1 &= T_1 \\ Oy: ma_2 &= mg - T_2 \end{aligned} \right\}$$

Учтем, что

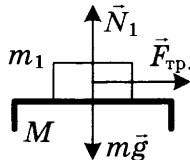
$T_1 = T_2 = T$ (нить легкая, скользит по блоку без трения),

$a_1 = a_2 = a$ (нить нерастяжима), и сложим уравнения.

Получим:

$$(M + 2m)a = mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M + 2m}.$$

3. Рассмотрим груз m_1 отдельно. Запишем для него второй закон Ньютона в проекциях на оси Ox и Oy и учтем, что груз m_1 покоится относительно груза M :



$$\left. \begin{aligned} Ox: ma &= F_{\text{тр}} \\ Oy: mg - N_1 &= 0 \\ F_{\text{тр}} &\leq \mu N_1 \end{aligned} \right\}$$

Получим:

$$ma \leq \mu N_1 = \mu mg, \text{ откуда } a = g \frac{m}{M + 2m} \leq \mu g.$$

Решая неравенство $\frac{m}{M + 2m} \leq \mu$ относительно m , получим:

$$m \leq \frac{\mu M}{1 - 2\mu} = 1,8 \text{ кг.}$$

Ответ: $m \leq 1,8$ кг.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: второй закон Ньютона, условие, при котором грузы движутся как целое);	3

<p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) представлен схематичный рисунок;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1

30. Теплоизолированный сосуд объемом $V = 4 \text{ м}^3$ разделен пористой перегородкой на две равные части. В начальный момент в одной части сосуда находится 1 моль гелия, а в другой 1 моль неона. Атомы гелия могут свободно проникать через перегородку, а атомы неона — нет. Начальная температура гелия равна температуре неона: $T = 400 \text{ К}$. Определите внутреннюю энергию газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, после установления равновесия в системе.

Возможное решение

1. По условию задачи при установлении термодинамического равновесия газ в сосуде не обменивается теплом с внешним миром и не совершает работы. Поэтому внутренняя энергия газа сохраняется, вследствие чего температура газа в конечном состоянии такая же, как и в начальном.

После установления равновесия в системе гелий равномерно распределится по всему сосуду, температура газов не изменится.

2. В результате количество газа в той части сосуда, где первоначально находился неон, окажется $\nu_1 = \frac{\nu}{2} = 0,5$ моль гелия и $\nu_2 = \nu = 1$ моль неона.

Внутренняя энергия газа пропорциональна температуре и количеству молей вещества.

3. Следовательно, внутренняя энергия смеси газов равна: $U = \frac{3}{2} \nu RT$, где $\nu = \nu_1 + \nu_2$.

Окончательно получим:

$$U = \frac{3}{2} \left(\frac{\nu}{2} + \nu \right) RT = \frac{9}{4} \nu RT = \frac{9}{4} \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 \approx 7480 \text{ Дж.}$$

Ответ: $U \approx 7480 \text{ Дж.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для внутренней энергии идеального газа, условие установления равновесия в сосуде</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

31. Одни и те же элементы соединены в электрическую цепь сначала по схеме 1, а затем по схеме 2 (см. рис.). Сопротивление резистора равно R , сопротивление амперметра

$\frac{1}{100}R$, сопротивление вольтметра $9R$. Найдите отношение мощностей $\frac{P_2}{P_1}$, выделяемых на амперметрах в этих схемах. Внутренним сопротивлением источника и сопротивлением проводов пренебречь.

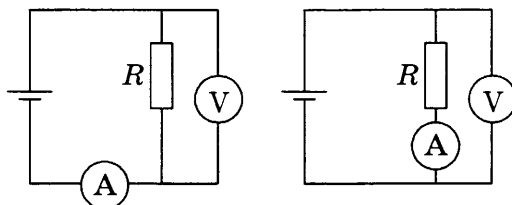


Схема 1

Схема 2

Возможное решение

Пусть R_A — сопротивление амперметра, R_V — сопротивление вольтметра, \mathcal{E} — ЭДС источника.

В схеме 1 ток через амперметр определяется с помощью закона Ома для замкнутой цепи:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R_1}, \quad \text{где} \quad R_1 = \frac{RR_V}{R + R_V} = 0,9R$$
 — сопротивление участка цепи, содержащего вольтметр.

Отсюда
$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R_1} = \frac{\mathcal{E}}{0,01R + 0,9R} = \frac{100}{91} \frac{\mathcal{E}}{R}.$$

В схеме 2 ток через амперметр не зависит от сопротивления вольтметра, так как внутреннее сопротивление источника тока пренебрежимо мало:

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_A + R} = \frac{\mathcal{E}}{1,01R} = \frac{100}{101} \frac{\mathcal{E}}{R}.$$

Отношение мощностей
$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{I_2^2 R}{I_1^2 R} \approx 0,81.$$

Ответ: $\frac{P_2}{P_1} \approx 0,81.$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: закон Ома для полной цепи, формулы для мощности тока и определения общего сопротивления в цепях с последовательным и параллельным соединением проводников);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p>	2

И (ИЛИ)	
В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	
И (ИЛИ)	
Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.	
ИЛИ	
В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

32. Фотокатод, покрытый кальцием, освещается светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм. Работа выхода электронов из кальция равна $A_{\text{вых}} = 4,42 \cdot 10^{-19}$ Дж. Вылетевшие из катода электроны попадают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции этого поля и движутся по окружности с максимальным радиусом $R = 4$ мм. Каков модуль индукции магнитного поля B ?

Возможное решение

Согласно второму закону Ньютона, сила Лоренца, действующая на электрон, связана с его центростремительным ускорением: $evB = \frac{mv^2}{R}$.

Максимальную скорость фотоэлектронов находим из уравнения Эйнштейна для фотоэффекта:

$$h\nu = A_{\text{вых}} + E_{\text{К}} \text{ или } \frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + E_{\text{К}}, \text{ где } E_{\text{К}} = \frac{mv^2}{2}$$

$$\text{В результате преобразований получаем: } B = \frac{m \sqrt{\frac{2}{m} \left(\frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых.}} \right)}}{eR} =$$

$$= \frac{\sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot \left(\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^{-9}} - 4,42 \cdot 10^{-19} \right)}}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-3}} \approx 10^{-3} \text{ Тл.}$$

Ответ: $B \approx 10^{-3}$ Тл.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: 1) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, взаимосвязь частоты и длины волны фотона, формулы для силы Лоренца и для центростремительного ускорения</i>);	3

<p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

ВАРИАНТ 6

Задания с выбором ответа

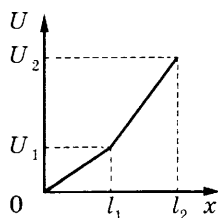
За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	4	15	16
2	4	16	20
3	16	17	22
4	1,5	18	32
5	240	19	2
6	31	20	3
7	34	21	500
8	3	22	24
9	4	23	3
10	1,5	24	23 или 32
11	11	25	6,3
12	14	26	800
13	3	27	60
14	1		

Задания с развернутым ответом

28. Цилиндрический проводник длиной $l = l_2$ включен в цепь постоянного тока. К нему подключают вольтметр таким образом, что одна из клемм вольтметра все время подключена к началу проводника, а вторая может перемещаться вдоль проводника. На рисунке приведена зависимость показаний вольтметра U от расстояния x до начала проводника. Как зависит от x удельное сопротивление проводника? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали.



Возможное решение

По проводнику течет постоянный ток, поэтому по закону Ома для участка цепи $U = IR$. Сопротивление любой части проводника R определяется соотношением $R = \rho \frac{x}{S}$, где x — длина той части проводника, на которой определяется напряжение; ρ — удельное сопротивление этой части проводника; S — площадь поперечного сечения проводника.

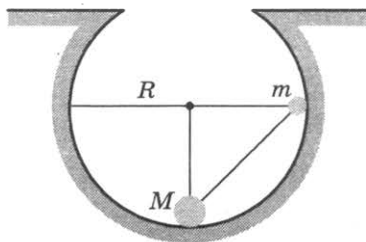
При $0 < x < l_1$ напряжение пропорционально длине участка; значит, удельное сопротивление проводника постоянно.

При $l_1 < x < l_2$ напряжение также линейно зависит от длины участка; значит, удельное сопротивление проводника на этом участке тоже постоянно. Однако показания вольтмет-

ра на этом участке проводника увеличиваются быстрее, чем на первом, поэтому удельное сопротивление проводника на втором участке больше, чем на первом.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ и исчерпывающие верные рассуждения с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>проведен анализ двух участков представленного графика; закон Ома для участка цепи, выражение для расчета сопротивления проводника через удельное сопротивление материала, длину проводника и площадь его поперечного сечения</i>)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недостаток	2
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

29. Небольшие шарики, массы которых m и M , соединены легким стержнем и помещены в гладкую сферическую выемку радиусом $R = 20$ см. В начальный момент шарики удерживаются в положении, изображенном на рисунке. Когда их отпустили без толчка, шарики стали скользить по поверхности выемки. Минимальная высота, на которой оказался шарик m в процессе движения, равна 4 см от нижней точки выемки. Определите отношение масс M и m .



Возможное решение

Полная механическая энергия системы, равная сумме кинетической и потенциальной энергии, сохраняется, так как выемка гладкая и работа сил реакции стенок, в любой момент времени перпендикулярных скоростям шариков, равна нулю:

$$E = E_{\text{кин.}} + E_{\text{пот.}} = \text{const.}$$

В начальный момент и момент подъема на максимальную высоту H кинетическая энергия системы равна нулю, поэтому ее потенциальная энергия в эти моменты времени одинакова:

$$E_{\text{пот.}}^{\text{нач.}} = E_{\text{пот.}}^{\text{конеч.}}$$

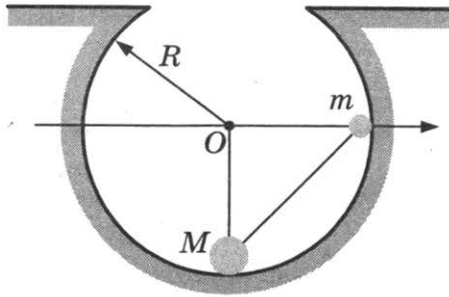


Рис. 1

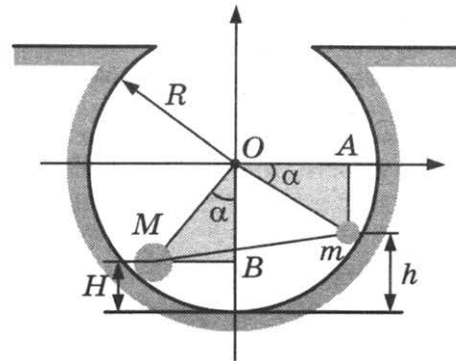


Рис. 2

Начальное положение системы изображено на рис. 1, а конечное — на рис. 2.

Если отсчитывать потенциальную энергию от нижней точки выемки, то начальная потенциальная энергия системы $E_{\text{пот.}}^{\text{нач.}} = mgR$, а ее конечная потенциальная энергия

$E_{\text{пот.}}^{\text{конеч.}} = mgh + MgH$. Закон сохранения энергии приводит к уравнению, из которого сле-

$$\text{дует, что } (R - h) = \frac{M}{m} H. \quad (1)$$

При движении гантели по поверхности выемки высота подъема большого и малого грузов связаны. Заметим, что в прямоугольных треугольниках OmA и OMB

$$MB = mA = R - h, \quad OA = OB = R - H, \quad OM = Om = R,$$

и воспользуемся теоремой Пифагора:

$$(R - h)^2 = R^2 - (OA)^2 = R^2 - (R - H)^2.$$

Отсюда следует: $(R - h)^2 = H(2R - H)$. Из этого уравнения находим, что $H = 8$ см.

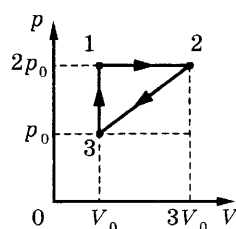
Из соотношения (1) можно определить, что отношение масс M и m равно 2.

Ответ: $\frac{M}{m} = 2$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае <u>закон сохранения механической энергии</u>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа. ИЛИ В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

30. Изменение состояния постоянной массы одноатомного идеального газа происходит по циклу, показанному на рисунке. При переходе газа из состояния 2 в состояние 3 внешние силы совершают работу $A_{23} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя?



Возможное решение

Из анализа графика цикла работа внешних сил над газом при переходе 2–3:

$$A_{23} = 0,5(p_0 + 2p_0) \cdot 2V_0 = 3p_0V_0.$$

Работа газа при переходе из состояния 1 в состояние 2:

$$A_{12} = 2p_0 \cdot 2V_0 = 4p_0V_0.$$

Количество теплоты, полученное газом за цикл от нагревателя, согласно первому началу термодинамики:

$$\begin{aligned} Q_1 = Q_{12} + Q_{31} &= (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2}(\nu RT_2 - \nu RT_3) + 4p_0V_0 = \\ &= \frac{3}{2}(2p_0 \cdot 3V_0 - p_0V_0) + 4p_0V_0 = \frac{23}{2}p_0V_0. \end{aligned}$$

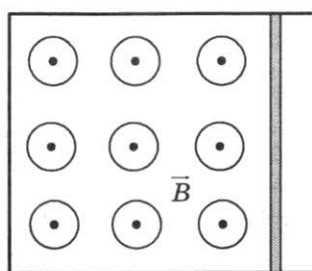
$$Q_H = \frac{23}{6}A_{23}.$$

Ответ: $Q_H \approx 19$ кДж.

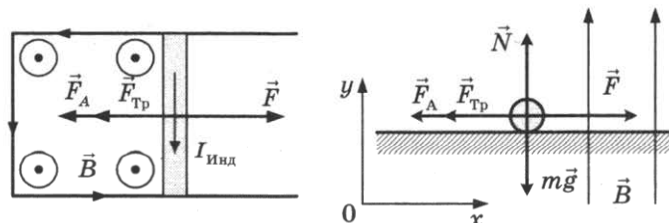
Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>анализ графика циклического процесса, первое начало термодинамики, уравнение Клапейрона–Менделеева, формулы для расчета внутренней энергии одноатомного идеального газа и его работы</i>); II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины	3

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

31. Металлический стержень, согнутый в виде буквы П, закреплен в горизонтальной плоскости. На параллельные стороны стержня опирается концами перпендикулярная перемычка массой 92 г и длиной 1,5 м. Сопротивление перемычки равно 0,1 Ом. Вся система находится в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл. С какой установившейся скоростью будет двигаться перемычка, если к ней приложить постоянную горизонтальную силу 1,13 Н? Коэффициент трения между стержнем и перемычкой равен 0,25. Сопротивлением стержня пренебречь. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на перемычку.



Возможное решение



При движении перемычки в однородном магнитном поле на ее концах возникает ЭДС электромагнитной индукции: $\mathcal{E} = Bvl$, где B — индукция магнитного поля; v и l — соответственно скорость и длина перемычки. Согласно закону Ома для полной цепи в

замкнутом контуре возникает индукционный ток: $I_{\text{инд.}} = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bvl}{R}$, где R — сопротивление перемычки. Поскольку скорость перемычки постоянна, то ЭДС и индукционный ток также будут постоянными. Согласно правилу Ленца индукционный ток, возникающий в контуре, будет направлен так, чтобы своим магнитным полем препятствовать увеличению магнитного потока при движении перемычки, т.е. против часовой стрелки (см. рисунок). Благодаря появлению индукционного тока на перемычку со стороны магнитного поля начнет действовать сила Ампера, направленная согласно правилу левой руки в противоположную движению сторону:

$$F_A = BI_{\text{инд.}}l = \frac{B^2l^2V}{R}.$$

На перемычку действуют пять сил: сила тяжести $m\vec{g}$, сила реакции опоры \vec{N} , сила трения $\vec{F}_{\text{тр.}}$, сила Ампера \vec{F}_A и сила \vec{F} , приложенная к перемычке (см. рис.). Перемычка движется с постоянной скоростью, поэтому ее ускорение равно нулю. Проекция второго закона Ньютона имеют вид: $Ox : 0 = F - F_{\text{тр.}} - F_A$; $Oy : 0 = N - mg$.

Сила трения скольжения $F_{\text{тр.}} = \mu N = \mu mg$. В итоге получаем:

$$V = \frac{(F - \mu mg)R}{(Bl)^2} = \frac{(1,13 - 0,25 \cdot 0,092 \cdot 10) \cdot 0,1}{(0,15 \cdot 1)^2} = 4 \text{ м/с.}$$

Ответ: $V = 4 \text{ м/с.}$

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражения для ЭДС индукции, индукционного тока, силы Ампера, силы трения, второй закон Ньютона</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) представлен правильный рисунок с указанием сил, действующих на перемычку;</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пунктам II и III, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт V, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

32. Значения энергии электрона в атоме водорода задаются формулой $E_n = -\frac{13,6 \text{ эВ}}{n^2}$, $n = 1, 2, 3, \dots$. При переходах с верхних уровней энергии на нижние атом излучает фотон. Переходы с верхних уровней на уровень с $n = 1$ образуют серию Лаймана; на уровень с $n = 2$ — серию Бальмера; на уровень с $n = 3$ — серию Пашена и т.д. Найдите отношение β максимальной частоты фотона в серии Лаймана к максимальной частоте фотона в серии Бальмера.

Возможное решение

В серии Бальмера энергия фотона равна $E_n - E_1$, где $n = 2, 3, \dots$. Аналогично в серии Лаймана энергия фотона равна $E_n - E_2$, где $n = 3, 4, \dots$.

Частота фотона связана с его энергией равенством $h\nu = E$, где h — постоянная Планка.

$$\text{Поэтому } \beta = \frac{E_x - E_1}{E_x - E_2} = \frac{1 - 0}{\frac{1}{2^2} - 0} = 4.$$

Ответ: $\beta = 4$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>формула для энергии фотона, постулаты Бора</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

ВАРИАНТ 7

Задания с выбором ответа

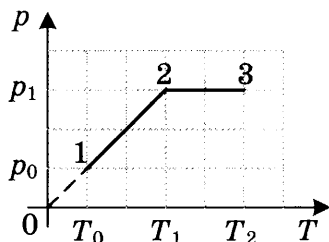
За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	3	15	2
2	2	16	12,5
3	0,4	17	11
4	2,5	18	43
5	0,6 Н	19	3
6	32	20	3
7	23	21	5
8	3	22	21
9	4	23	1
10	100	24	13
11	21	25	40
12	41	26	400
13	4	27	1
14	4		

Задания с развернутым ответом

28. В горизонтальном сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится разреженный газ. Максимальная сила трения между поршнем и стенками сосуда составляет $F_{\text{тр. макс}}$, площадь поршня S . На pT -диаграмме показано, как изменялись давление и температура разреженного газа в процессе его нагревания. Как изменялся объем газа (увеличивался, уменьшался или же оставался неизменным) на участках 1–2 и 2–3? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



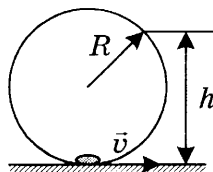
Возможное решение

- 1) На участке 1–2 процесс изохорный, объем газа под поршнем остаётся постоянным. Поршень остаётся в покое, пока сила трения покоя не достигнет максимального значения $F_{\text{тр. макс}}$.
- 2) На участке 2–3 процесс изобарный. Поршень начинает двигаться при условии, что сила давления со стороны газа становится больше, чем сумма силы трения и силы давления на поршень со стороны атмосферы:

$p_1 S \geq F_{\text{тр. макс}} + p_{\text{атм}} \cdot S$. По закону Гей-Люссака при увеличении температуры объем увеличивается.

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>изменение объема газа</i>), и полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>изохорный и изобарный процессы, закон Гей-Люссака, условие равновесия поршня</i>)</p>	3
<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления, законы и закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, <u>приводящие к ответу</u>, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

29. Небольшая шайба после толчка приобретает скорость $v = 2$ м/с и скользит по внутренней поверхности закреплённого вертикально гладкого кольца. Радиус кольца $R = 0,14$ м. На какой высоте h шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?

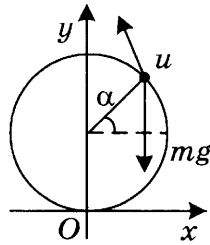


Возможное решение

В момент отрыва от кольца на высоте h шайба имела скорость u , определяемую из закона сохранения энергии:

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

При этой скорости ее центростремительное ускорение $a_{\text{цс}} = \frac{u^2}{R}$ в инерциальной системе отсчета Oxy , связанной с Землёй, в соответствии со вторым законом Ньютона обеспечивалось составляющей силы тяжести, действующей на шайбу и направленной к центру кольца:



$$ma_{\text{цс}} = mgsin\alpha.$$

Учитывая, что $\sin\alpha = \frac{h-R}{R}$, исключим из системы уравнений $a_{\text{цс}}$ и u :

$$v^2 = g(h-R) + 2gh.$$

$$\text{Отсюда } h = \frac{R}{3} + \frac{v^2}{3g} \approx 0,18 \text{ м.}$$

Ответ: $h \approx 0,18$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>закон сохранения энергии, выражение для центростремительного ускорения точки, второй закон Ньютона</u>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2

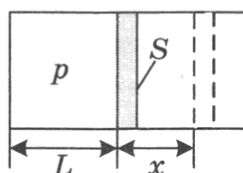
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

30. Одноатомный идеальный газ находится в горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем. Первоначальное давление газа $p_1 = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{\text{тр.}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.

Возможное решение

- 1) Поршень будет медленно двигаться, если сила давления газа на поршень и сила трения со стороны стенок сосуда уравновесят друг друга: $p_2 S = F_{\text{тр.}}$,

откуда $p_2 = \frac{F_{\text{тр.}}}{S} = 12 \cdot 10^5$ Па $> p_1$.



- 2) Поэтому при нагревании газа поршень будет неподвижен, пока давление газа не достигнет значения p_2 . В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{12} . Затем поршень будет сдвигаться, увеличивая объем газа, при постоянном давлении. В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{23} .
- 3) В процессе нагревания, в соответствии с первым началом термодинамики, газ получит количество теплоты:

$$Q = Q_{12} + Q_{23} = (U_3 - U_1) + p_2 S x = (U_3 - U_1) + F_{\text{тр.}} x.$$

- 4) Внутренняя энергия одноатомного идеального газа:

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} p_1 S L \text{ в начальном состоянии,}$$

$$U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} p_2 S (L + x) = \frac{3}{2} F_{\text{тр.}} (L + x) \text{ в конечном состоянии.}$$

5) Из пп. 3, 4 получаем $L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{тр.}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{тр.}} - p_1 S)}$.

Ответ: $L = 0,3$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа, уравнение Клапейрона–Менделеева, выражение для работы газа и первое начало термодинамики</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

31. В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний напряжения на конденсаторе 2,0 В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В, а сила тока в катушке индуктивности равна 4 мА. Найдите амплитуду колебаний силы тока в катушке.

Возможное решение

В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний: $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = W_0$. Поэтому в тот момент, когда энергия магнитного поля катушки равна 0, $\frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{CU_m^2}{2} = W_0$. (1)

В тот момент, когда конденсатор полностью разряжен, $W_0 = \frac{LI_m^2}{2}$. Отсюда $\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$. (2)

Из равенства (1) следует: $\frac{C}{L} = \frac{I^2}{U_m^2 - U^2}$.

Из равенства (2) следует: $\frac{C}{L} = \frac{I_m^2}{U_m^2}$.

В результате получаем: $I_m = \frac{I}{\sqrt{1 - \frac{U^2}{U_m^2}}}$.

Ответ: $I_m = 5$ мА.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>закон сохранения энергии в колебательном контуре</u>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение, буквенные обозначения физических величин (<u>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</u>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный</u> ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p>	1

ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

32. При облучении катода светом с длиной волны λ фототок прекращается при напряжении между анодом и катодом $U = 1,4$ В. Красная граница фотоэффекта для вещества фотокатода $\lambda_0 = 450$ нм. Определите длину волны λ .

Возможное решение

Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $\frac{hc}{\lambda} = A + \frac{mv^2}{2}$. (1)

Условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода: $\frac{hc}{\lambda_0} = A$. (2)

Выражение для запирающего напряжения — условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле: $\frac{mv^2}{2} = eU$. (3)

Решая систему уравнений (1), (2) и (3), получаем ответ:

$$\lambda = \frac{hc\lambda_0}{hc + eU\lambda_0} \approx 300 \text{ нм.}$$

Ответ: 300 нм.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, условие связи красной границы фотоэффекта и работы выхода, условие равенства максимальной кинетической энергии электрона и изменения его потенциальной энергии при перемещении в электростатическом поле</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный</u> ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2

<p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

ВАРИАНТ 8

Задания с выбором ответа

За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	2	15	4
2	2	16	0,8
3	4	17	12
4	3	18	41
5	1	19	3
6	22	20	2
7	24	21	2
8	1	22	31
9	3	23	3
10	30	24	35 или 53
11	31	25	3
12	42	26	4
13	1	27	210
14	2		

Задания с развернутым ответом

28. Два плоских воздушных конденсатора подключены к одинаковым источникам постоянного напряжения и одинаковым лампам, как показано на рисунках а и б. Пластины конденсаторов имеют разную площадь, но расстояние между пластинами в конденсаторах одинаковое (см. рисунок). В некоторый момент времени ключи К в обеих схемах переводят из положения 1 в положение 2. Опираясь на законы электродинамики, объясните, в каком из приведенных опытов при переключении ключа лампа вспыхнет ярче. Сопротивлением соединяющих проводов пренебречь.

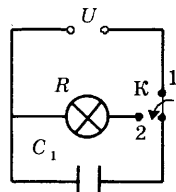


Рис. а

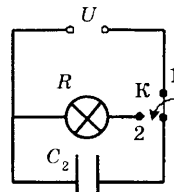


Рис. б

Возможное решение

Конденсатор, подключенный к источнику постоянного напряжения, будет заряжаться. В результате этого он накапливает энергию $W = \frac{CU^2}{2}$.

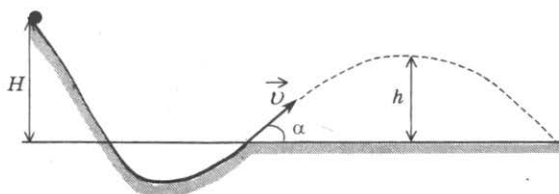
Емкость плоского воздушного конденсатора определяется формулой $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$.

У конденсатора на рис. б площадь пластин S больше, чем у конденсатора на рис. а, следовательно, его емкость больше: $C_2 > C_1$, а значит, и энергия, накопленная в нем, будет больше: $W_2 > W_1$.

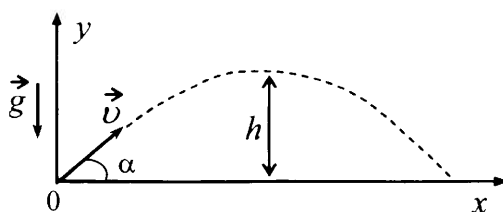
При переводе ключей из положения 1 в положение 2 конденсаторы отключают от источников и соединяют с лампами, в результате чего через лампы кратковременно будет протекать электрический ток. Энергия электрического поля, накопленная конденсатором, выделится в лампе в виде световой энергии, что приведет к кратковременной вспышке лампы. Энергия, накопленная конденсатором C_2 , больше, следовательно, при переключении ключа лампа в схеме на рис. 6 вспыхнет ярче. Лампа в схеме на рис. 6 вспыхнет ярче.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведен правильный ответ и представлено полное верное объяснение с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: закон сохранения энергии, формулы для определения емкости и энергии конденсатора)	3
Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются следующие недостатки. В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.) ИЛИ Объяснения представлены не в полном объеме, или в них содержится один логический недостаток.	2
Представлено решение, соответствующее <u>одному</u> из следующих случаев. Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нем не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца. ИЛИ Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки. ИЛИ Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

29. При выполнении трюка «Летающий велосипедист» гонщик движется по гладкому трамплину под действием силы тяжести, начиная движение из состояния покоя с некоторой высоты (см. рисунок). На краю трамплина скорость гонщика направлена под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту. Пролетев по воздуху, он приземляется на горизонтальный стол, поднявшись в полете на высоту h над краем трамплина. С какой высоты H начал движение гонщик?



Возможное решение



Модель гонщика — материальная точка. Считаем полет свободным падением с начальной скоростью \vec{v} , направленной под углом α к горизонту. Высота полета $h = \frac{gt_{\text{подъема}}^2}{2}$, где

$$t_{\text{подъема}} = \frac{v \sin \alpha}{g}. \text{ Отсюда: } h = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \alpha.$$

Модуль начальной скорости определяется из закона сохранения энергии: $\frac{mv^2}{2} = mgH$,

так что $\frac{v^2}{g} = 2H$.

Отсюда: высота точки старта $H = \frac{4}{3}h$.

Ответ: $H = \frac{4}{3}h$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>кинематические уравнения движения для свободно падающего тела, закон сохранения механической энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/ вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

30. Цикл тепловой машины, рабочим веществом которой является ν молей идеального одноатомного газа, состоит из изотермического расширения, изохорного охлаждения и адиабатического сжатия. Работа, совершенная газом в изотермическом процессе, равна A , а КПД тепловой машины равен η . Максимальная температура в этом цикле равна T_0 . Определите минимальную температуру T в этом циклическом процессе.

Возможное решение

Коэффициент полезного действия тепловой машины $\eta = \frac{A_{\text{ц}}}{Q^+} = 1 - \frac{|Q^-|}{Q^+}$, где $A_{\text{ц}}$ — работа,

совершенная за цикл; Q^+ — количество теплоты, полученное за цикл рабочим веществом тепловой машины от нагревателя; $|Q^-|$ — количество теплоты, отданное за цикл холодильнику. В рассматриваемом цикле газ получает количество теплоты в изотермическом процессе и отдает в изохорном.

В изотермическом процессе внутренняя энергия идеального газа не изменяется, следовательно, в соответствии с первым законом термодинамики количество теплоты, полученное газом, равно работе газа: $Q^+ = A$.

Поскольку в изохорном процессе газ работу не совершает, количество теплоты, отданное газом (в соответствии с первым законом термодинамики), равно изменению его внутрен-

ней энергии: $Q^- = -|Q^-| = \frac{3}{2} \nu R |T - T_0|$. Подставляя второе и третье соотношения в первое,

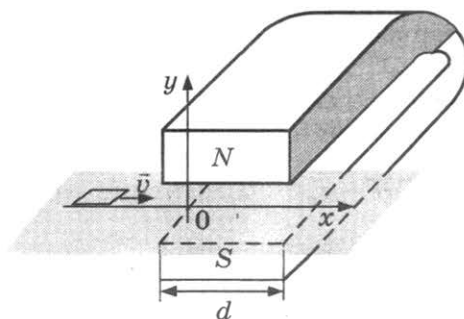
получаем искомую минимальную температуру T .

Ответ: $T = T_0 - \frac{2(1 - \eta)A}{3\nu R}$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>первый закон термодинамики в применении к изотермическому и изохорному процессам и определение КПД тепловой машины</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования, приводящие к правильному ответу;</p> <p>IV) представлен правильный ответ</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p>ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p>ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p>ИЛИ</p>	1

В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

31. Квадратную рамку из медной проволоки со стороной $b = 5$ см и сопротивлением $R = 0,1$ Ом перемещают вдоль оси Ox по гладкой горизонтальной поверхности с постоянной скоростью v . Начальное положение рамки изображено на рисунке. За время движения рамка успевает пройти между полюсами магнита и оказаться в области, где магнитное поле отсутствует. Ширина полюсов магнита $d = 20$ см, магнитное поле имеет резкую границу и однородно между полюсами, а его индукция $B = 1$ Тл. Чему равна скорость движения рамки, если за время движения в ней выделяется количество теплоты $Q = 2,5 \cdot 10^{-3}$ Дж?



Возможное решение

При пересечении рамкой границы области поля со скоростью v изменяющийся магнитный поток создает ЭДС индукции $|\mathcal{E}_{\text{инд.}}| = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = vBb$. Сила тока в это время

$I = \left| \frac{\mathcal{E}_{\text{инд.}}}{R} \right| = \frac{vBb}{R}$. При этом в проволоке выделяется количество теплоты $Q = I^2 R t$, где

t — время протекания тока.

Ток течет в рамке только во время изменения магнитного потока — при входе в пространство между полюсами и при выходе. Это время $t = 2 \frac{b}{v}$.

Подставляя значения тока и времени, получим: $v = \frac{QR}{2B^2 b^3} = \frac{2,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1}{2 \cdot 1 \cdot 125 \cdot 10^{-6}} = 1$ м/с.

Ответ: $v = 1$ м/с.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное решение, включающее следующие элементы: I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>закон индукции Фарадея, закон Ома для замкнутой цепи, сила Ампера и работа силы</u>); II) описаны все вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением, возможно, обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи); III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями); IV) <u>представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</u>	3
Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.	2

<p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

32. Число фотонов, излучаемых лазерной указкой мощностью $P = 2$ мВт за 1 с, равно $4 \cdot 10^{15}$. Определите длину волны λ излучения лазерной указки.

Возможное решение

Для энергии одного фотона запишем:

$$E_{\text{фот.}} = h\nu = h \frac{c}{\lambda}, \text{ где } c \text{ — скорость света в вакууме.}$$

Энергия, излучаемая указкой за время t :

$$E = P \cdot t = N \cdot E_{\text{фот.}}, \text{ где } N \text{ — число фотонов, излучаемых за время } t.$$

Для длины волны излучения получаем:

$$\lambda = \frac{N \cdot h \cdot c}{t \cdot P} = \frac{4 \cdot 10^{15} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1 \cdot 0,002} \approx 400 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 400 \text{ нм.}$$

Ответ: $\lambda \approx 400$ нм.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>энергия фотона; энергия, излучаемая указкой</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений величин, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный ответ</u> с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются следующие недостатки.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.</p>	2

<p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачеркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нем допущена ошибка</p>	
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

ВАРИАНТ 9

Задания с выбором ответа

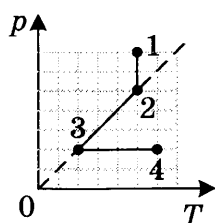
За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится по 1 баллу. Если указаны два и более ответов (в том числе, возможно, и правильный), неверный ответ или ответ отсутствует — 0 баллов.

Задания 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 оцениваются в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа, в 1 балл, если допущена одна ошибка, в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует — 0 баллов.

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	1	15	2,5 Ом
2	4	16	2
3	в 9 раз	17	32
4	2000 кг	18	A — 14
5	2 Н	19	2
6	21	20	2
7	A — 24	21	32
8	3	22	A — 31
9	2	23	3
10	250 Дж/кг · К	24	35
11	23	25	0,7
12	A — 14	26	0,02 м ³
13	4	27	2 м/с
14	2		

Задания с развернутым ответом

28. Постоянное количество разреженного газа переходит из начального состояния 1 в состояние 4 так, как показано на pT -диаграмме (см. рисунок). Как изменялся объем газа на каждом из трёх участков 1–2, 2–3, 3–4 (увеличивался, уменьшался или же оставался неизменным)? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



Возможное решение

- 1) Объем газа на участке 1–2 увеличивался, на участке 2–3 не изменялся, на участке 3–4 увеличивался.
- 2) На участке 1–2 процесс изотермический. По закону Бойля—Мариотта ($pV = \text{const}$) при уменьшении давления объём увеличивается.
На участке 2–3 процесс изохорный, значит, объём остаётся неизменным. На участке 3–4 процесс изобарный. По закону Гей-Люссака при увеличении температуры объём увеличивается.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае: <i>изменение объема</i>) и исчерпывающие верные рассуждения с прямым указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае: <i>изопроцессы и газовые законы</i>)	3

<p>Дан правильный ответ, и приведено объяснение, но в решении имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>В объяснении не указано или не используется одно из физических явлений, свойств, определений или один из законов (формул), необходимых для полного верного объяснения. (Утверждение, лежащее в основе объяснения, не подкреплено соответствующим законом, свойством, явлением, определением и т.п.)</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но в них содержится один логический недочёт.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеется неточность в указании на одно из физических явлений, свойств, определений, законов (формул), необходимых для полного верного объяснения</p>	2
<p>Представлено решение, соответствующее одному из следующих случаев.</p> <p>Дан правильный ответ на вопрос задания, и приведено объяснение, но в нём не указаны два явления или физических закона, необходимых для полного верного объяснения.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к ответу, содержат ошибки.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны не все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеются верные рассуждения, направленные на решение задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

29. Брусок массой $m_1 = 500$ г соскальзывает по наклонной плоскости с некоторой высоты h и, двигаясь по горизонтальной поверхности, сталкивается с неподвижным бруском массой $m_2 = 300$ г. Определите высоту h , считая столкновение абсолютно неупругим. Общая кинетическая энергия брусков после столкновения равна 2,5 Дж. Трением при движении пренебречь. Считать, что наклонная плоскость плавно переходит в горизонтальную.

Возможное решение

Кинетическая энергия брусков после столкновения $E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2}$, где v — скорость системы после удара, определяемая из закона сохранения импульса на горизонтальном участке: $m_1v_1 = (m_1 + m_2)v$.

Исключая из системы уравнений скорость v , получим:

$$E = \frac{(m_1 + m_2)v^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1v_1^2}{2}.$$

Кинетическая энергия первого бруска перед столкновением определяется из закона сохранения механической энергии при скольжении по наклонной плоскости: $\frac{m_1v_1^2}{2} = m_1gh$, что даёт выражение

$$E = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \cdot m_1 gh$$

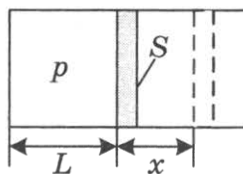
Подставляя значения масс и энергии из условия, получим численное значение $h = 0,8$ м.

Ответ: $h = 0,8$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>законы сохранения импульса и механической энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

30. В горизонтальном цилиндрическом сосуде, закрытом поршнем, находится одноатомный идеальный газ. Первоначальное давление газа $p = 4 \cdot 10^5$ Па. Расстояние от дна сосуда до поршня равно L . Площадь поперечного сечения поршня $S = 25$ см². В результате медленного нагревания газ получил количество теплоты $Q = 1,65$ кДж, а поршень сдвинулся на расстояние $x = 10$ см. При движении поршня на него со стороны

стенок сосуда действует сила трения величиной $F_{\text{тр.}} = 3 \cdot 10^3$ Н. Найдите L . Считать, что сосуд находится в вакууме.



Возможное решение

1) Поршень будет медленно двигаться, если сила давления газа на поршень и сила трения со стороны стенок сосуда уравновесят друг друга: $p_2 S = F_{\text{тр.}}$,

откуда $p_2 = \frac{F_{\text{тр.}}}{S} = 12 \cdot 10^5$ Па $> p_1$ ($p_1 = p$).

2) Поэтому при нагревании газа поршень будет неподвижен, пока давление газа не достигнет значения p_2 . В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{12} .

Затем поршень будет сдвигаться, увеличивая объём газа, при постоянном давлении. В этом процессе газ получает количество теплоты Q_{23} .

3) В процессе нагревания, в соответствии с первым началом термодинамики, газ получит количество теплоты:

$$Q = Q_{12} + Q_{23} = (U_3 - U_1) + p_2 S x = (U_3 - U_1) + F_{\text{тр.}} x.$$

4) Внутренняя энергия одноатомного идеального газа:

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 = \frac{3}{2} p_1 S L \text{ в начальном состоянии,}$$

$$U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} p_2 S (L + x) = \frac{3}{2} F_{\text{тр.}} (L + x)$$

в конечном состоянии.

5) Из пп. 3, 4 получаем
$$L = \frac{Q - \frac{5}{2} F_{\text{тр.}} x}{\frac{3}{2} (F_{\text{тр.}} - p_1 S)}.$$

Ответ: $L = 0,3$ м.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <u>выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа, уравнение Клапейрона–Менделеева, выражение для работы газа и первое начало термодинамики</u>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p>	2

И (ИЛИ)	
В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.	
И (ИЛИ)	
Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)	
Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев. Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.	
ИЛИ	
В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1
ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

31. Плоская горизонтальная фигура площадью $0,1 \text{ м}^2$, ограниченная проводящим контуром, находится в однородном магнитном поле. Проекция вектора магнитной индукции на вертикальную ось Oz медленно и равномерно возрастает от некоторого начального значения B_{1z} до конечного значения $B_{2z} = 4,7 \text{ Тл}$. За это время по контуру протекает заряд $\Delta q = 0,08 \text{ Кл}$. Сопротивление контура равно 5 Ом . Определите начальное значение проекции вектора магнитной индукции B_{1z} .

Возможное решение

Выражение для модуля ЭДС индукции в случае однородного поля:

$$\mathcal{E} = \left| \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right| = \frac{S\Delta B_z}{\Delta t}, \text{ где } S \text{ — площадь фигуры; } \Delta B_z = B_{2z} - B_{1z}.$$

Закон Ома: $\mathcal{E} = IR$, где R — сопротивление контура; $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$ — ток в контуре за время Δt изменения магнитного поля.

Выражение для заряда, протекающего по цепи:

$$\Delta q = I\Delta t = \frac{S}{R}(B_{2z} - B_{1z}).$$

$$B_{1z} = B_{2z} - \frac{R\Delta q}{S} = 4,7 - \frac{5 \cdot 0,08}{0,1} = 0,7 \text{ Тл}.$$

Ответ: $B_{1z} = 0,7 \text{ Тл}$.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон Фарадея, закон Ома, формула для силы тока</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p>	3

<p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильно-му числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

32. Фотон с длиной волны, соответствующей красной границе фотоэффекта, выбивает электрон из металлической пластинки (катода) сосуда, из которого откачан воздух. Электрон разгоняется однородным электрическим полем напряжённостью $E = 5 \cdot 10^4$ В/м. До какой скорости электрон разгонится в этом поле, пролетев путь $S = 5 \cdot 10^{-4}$ м? Релятивистские эффекты не учитывать.

Возможное решение

В соответствии с уравнением Эйнштейна для фотоэффекта начальная скорость вылетевшего электрона $v_0 = 0$.

Формула, связывающая изменение кинетической энергии частицы с работой силы со стороны электрического поля: $A = \frac{mv^2}{2}$.

Работа силы связана с напряжённостью поля и пройденным путём: $A = FS = eES$.

Отсюда $v^2 = \frac{2eES}{m}$, $v = \sqrt{\frac{2eES}{m}}$.

Ответ: $v \approx 3 \cdot 10^6$ м/с.

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, формулы для изменения кинетической энергии частицы и для работы силы электрического поля</i>);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решение буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения физической величины</p>	3
<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков:</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)</p>	2
<p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи и получение ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла</p>	0

УВАЖАЕМЫЕ ПОКУПАТЕЛИ!

Книги издательства **ЭКЗАМЕН** можно приобрести
оптом и в розницу в следующих книготорговых организациях:

Москва

ИП Степанов — Тел. 8-926-132-22-35
Луна — Тел. 8-916-145-70-06; (495) 688-59-16
ТД Библио-Глобус — Тел. (495) 781-19-00
Молодая гвардия — Тел. (499) 238-00-32
Дом книги Медведково — Тел. (499) 476-16-90
Дом книги на Ладужской — Тел. (499) 400-41-06
Шаг к пятерке — Тел. (495) 728-33-09; 346-00-10
Сеть магазинов Мир школьника

Санкт-Петербург

Коллибри — Тел. (812) 703-59-96
Буквояд — Тел. (812) 346-53-27
Век Развития — Тел. (812) 924-04-58
Тандем — Тел. (812) 702-72-94
Виктория — Тел. (812) 292-36-59/60/61
Санкт-Петербургский дом книги — Тел. (812) 448-23-57

Архангельск

АВФ-книга — Тел. (8182) 65-41-34

Барнаул

Вектор — Тел. (3852) 38-18-72

Благовещенск

Калугин — Тел. (4162) 35-25-43

Брянск

Буква — Тел. (4832) 61-38-48
ИП Трубка — Тел. (4832) 59-59-39

Волгоград

Кассандра — Тел. (8442) 97-55-55

Владивосток

Приморский торговый дом книги — Тел. (4232) 63-73-18

Воронеж

Амитель — Тел. (4732) 26-77-77
Риокса — Тел. (4732) 21-08-66

Екатеринбург

ТЦ Люмна — Тел. (343) 344-40-60
Дом книги — Тел. (343) 253-50-10
Алис — Тел. (343) 255-10-06
Буквариус — Тел. 8-800-700-54-31; (499) 272-69-46

Ессентуки

ЧП Зинченко — Тел. (87961) 5-11-28

Иркутск

ПродалитЪ — Тел. (3952) 24-17-77

Казань

Аист-Пресс — Тел. (8435) 25-55-40
Таис — Тел. (8432) 72-34-55

Киров

ИП Шамов «УЛИСС» — Тел. (8332) 57-12-15

Краснодар

Когорта — Тел. (8612) 62-54-97
ОИПЦ Перспективы образования — Тел. (8612) 54-25-67

Красноярск

Градъ — Тел. (3912) 26-91-45
Планета-Н — Тел. (391) 215-17-01

Кострома

Леонардо — Тел. (4942) 31-53-76

Курск

Оптимист — Тел. (4712) 35-16-51

Мурманск

Тезей — Тел. (8152) 43-63-75

Нижний Новгород

Учебная книга — Тел. (8312) 40-32-13
Пароль — Тел. (8312) 43-02-12
Дирижабль — Тел. (8312) 34-03-05

Нижневартовск

Учебная книга — Тел. (3466) 40-71-23

Новокузнецк

Книжный магазин Планета — Тел. (3843) 70-35-83

Новосибирск

Сибверк — Тел. (383) 2000-155
Библионик — Тел. (3833) 36-46-01
Планета-Н — Тел. (383) 375-00-75

Омск

Форсаж — Тел. (3812) 53-89-67

Оренбург

Фолиант — Тел. (3532) 77-25-52

Пенза

Лексикон — Тел. (8412) 68-03-79
Учколлектор — (8412) 95-54-59

Пермь

Азбука — Тел. (3422) 41-11-35
Тигр — Тел. (3422) 45-24-37

Петропавловск-Камчатский

Новая книга — Тел. (4152) 11-12-60

Пятигорск

ИП Лобанова — Тел. (8793) 98-79-87
Твоя книга — Тел. (8793) 39-02-53

Ростов-на-Дону

Фазтон-пресс — Тел. (8632) 40-74-88
ИП Ермолаев — Тел. 8-961-321-97-97
Магистр — Тел. (8632) 99-98-96

Рязань

ТД Просвещение — Тел. (4912) 44-67-75
ТД Барс — Тел. (4912) 93-29-54

Самара

Чакона — Тел. (846) 231-22-33
Метида — Тел. (846) 269-17-17

Саратов

Гемера — Тел. (8452) 64-37-37
Умная книга — Тел. (8452) 27-37-10
Полиграфист — Тел. (8452) 29-67-20
Стрелец и К — Тел. (8452) 52-25-24

Смоленск

Кругозор — Тел. (4812) 65-86-65

Сургут

Родник — Тел. (3462) 22-05-02

Тверь

Книжная лавка — Тел. (4822) 33-93-03

Тула

Система Плюс — Тел. (4872) 70-00-66

Тюмень

Знание — Тел. (3452) 25-23-72

Уссурйск

Сталкер — Тел. (4234) 32-50-19

Улан-Удэ

ПолиНом — Тел. (3012) 55-15-23

Уфа

Эдвис — Тел. (3472) 82-89-65

Хабаровск

Мирс — Тел. (4212) 47-00-47

Челябинск

Интерсервис ЛТД — Тел. (3512) 47-74-13

Южно-Сахалинск

Весть — Тел. (4242) 43-62-67

Якутск

Книжный маркет — Тел. (4112) 49-12-69
Якутский книжный дом — Тел. (4112) 34-10-12

По вопросам прямых оптовых закупок обращайтесь
по тел. (495) 641-00-30 (многоканальный), sale@examen.biz
www.examen.biz