

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13600 кг/м ³

Удельная теплоёмкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	800 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/К		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/К		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/К		

Нормальные условия: давление - 10⁵ Па, температура – 0 °С

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	гелия	4·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
воды	18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

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

- 1** Тело, двигаясь с места равноускоренно, проходит за четвертую секунду от начала движения 7 м. Какой путь пройдет тело за первые 10 с?
- Ответ: _____ м.
- 2** Определите силу, под действием которой пружина жёсткостью 200 Н/м имеет запас потенциальной энергии 4 Дж.
- Ответ: _____ Н.
- 3** Сила гравитационного притяжения между шарами, находящимися на расстоянии 4 м друг от друга, равна 16нН. Какова будет сила притяжения между ними, если расстояние уменьшить до 2 м?
- Ответ: _____ нН
- 4** Какое значение получил для ускорения свободного падения ученик при выполнении лабораторной работы, если маятник длиной 80 см совершил за 3 мин 100 колебаний? Ответ округлить до десятых.
- Ответ: _____ м/с²



ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 171023





5 Шар, подвешенный на нити, движется по круговой траектории в горизонтальной плоскости с постоянной по модулю скоростью. Выберите 2 верных утверждения.

- 1) ускорение шарика равно нулю
- 2) ускорение шарика направлено вертикально вниз
- 3) ускорение шарика направлено к центру окружности
- 4) равнодействующая всех сил равна ma
- 5) равнодействующая всех сил равна 0

Ответ:

--	--

6 Камень бросили с балкона вертикально вверх. Что происходит с его ускорением и полной механической энергией в процессе движения камня вверх? Сопротивление воздуха не учитывать.

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

Ускорение камня	Полная механическая энергия камня

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

7 Мальчик находится в лифте. Лифт начинает движение вниз с ускорением. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Вес мальчика	1) $mg+ma$
Б) Сила реакции опоры	2) $mg-ma$
	3) ma
	4) mg

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

8 Определите отношение числа атомов в серебряной ложке к числу атомов в алюминиевой ложке равной массы?

Ответ: _____

9 При изобарном нагревании одноатомного газа в количестве 2 моль его температура изменилась на 50 К. Какое количество теплоты получил газ в процессе теплообмена?

Ответ: _____ Дж.

10 Идеальный газ изобарно сжимается при давлении 300 кПа от объема 3 л до объема 1 л. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Ответ: _____ кДж

11 При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. В этом процессе

- 1) Давление увеличилось в 4 раза
- 2) Давление не изменилось
- 3) Давление увеличилось в 16 раз
- 4) Температура увеличилась в 16 раз
- 5) Температура увеличилась в 4 раза

Ответ:

--	--

12 Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу $A > 0$. Как меняются в этом процессе объем и давление газа? 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.

Объем газа	Давление газа



13 Какое направление имеет вектор напряженности электрического поля, созданного двумя одинаковыми разноименными зарядами в точке O?

- +q
- O
- -q

Ответ: _____

14 Ток в цепи батареи, ЭДС которой 30 В, равен 3 А. Напряжение на зажимах батареи 18 В. Найдите внутреннее сопротивление батареи?

Ответ: _____ Ом

15 Конденсатор, состоящий из двух пластин, имеет емкость 5 пФ. Какой заряд находится на каждой из его обкладок, если разность потенциалов между ними 1000 В.

Ответ: _____ нКл.

16 Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны λ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света

- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света
- 2) будет увеличиваться количество фотоэлектронов
- 3) будет увеличиваться максимальная энергия фотоэлектронов
- 4) будет увеличиваться как максимальная энергия, так и количество фотоэлектронов
- 5) фотоэффект будет происходить при любой интенсивности света

Выберите два верных утверждения.

Ответ:

--	--

17 В электрической цепи, состоящей из источника тока и реостата, источник тока заменяют на другой, с той же ЭДС, но большим внутренним сопротивлением. Как изменяются при этом следующие физические величины: общее сопротивление цепи и напряжение на реостате?

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

Общее сопротивление цепи	Напряжение на реостате

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б

18 Установите соответствие между физическими величинами и единицами измерения.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Магнитный поток	1) Тесла
Б) Индуктивность	2) Генри
	3) Вебер
	4) Вольт

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

19 Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в ядре ${}_{92}^{238}\text{U}$

Число протонов	Число нейтронов

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

20 Период полураспада радиоактивного изотопа кальция составляет 164 суток. Если изначально было $4 \cdot 10^{24}$ атомов, то через сколько суток их будет $1 \cdot 10^{24}$?

Ответ: _____ сут

21 Частица массой m , несущая заряд q , влетает со скоростью \vec{v} в однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} и движется по окружности радиусом R . Что произойдет с радиусом орбиты и периодом обращения частицы при увеличении её заряда q ?

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.

Радиус орбиты	Период обращения

22 Какое уравнение противоречит закону сохранения заряда в ядерных реакциях?

- 1) ${}_{7}^{12}\text{N} = {}_{6}^{12}\text{C} + {}_{1}^{0}\text{e} + \nu_e$
- 2) ${}_{6}^{11}\text{C} = {}_{5}^{11}\text{B} + {}_{1}^{0}\text{e} + \nu_e$
- 3) ${}_{3}^{6}\text{Li} + {}_{1}^{1}\text{p} = {}_{2}^{4}\text{He} + {}_{2}^{3}\text{He}$
- 4) ${}_{4}^{9}\text{Be} + {}_{1}^{2}\text{H} = {}_{7}^{10}\text{N} + {}_{0}^{1}\text{n}$

23 Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от тонкой рассеивающей линзы. Его изображение будет Выберите два утверждения.

- 1) Его изображение будет перевернутым и мнимым
- 2) Его изображение будет прямым и мнимым
- 3) Его изображение будет увеличенным
- 4) Его изображение будет уменьшенным
- 5) Предмет и изображение будут одного размера

Ответ

--	--

24 Какие утверждения о Солнце являются верными? В ответе укажите номера **двух** утверждений.

- 1) Солнце относится к звездам спектрального класса G.
- 2) Температура поверхности Солнца 10000 К.
- 3) Солнце не обладает магнитным полем.
- 4) В спектре Солнца не наблюдаются линии поглощения металлов.
- 5) Возраст Солнца составляет (примерно) 5 млрд. лет.

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 В калориметр с водой бросают кусочки тающего льда. В некоторый момент кусочки льда перестают таять. К концу процесса масса воды увеличилась на 84 г. Какова начальная масса воды, если ее первоначальная температура 20 °С?

Ответ: _____ кг

26 Определите плотность смеси, состоящей из 4 г водорода и 32 г кислорода, при температуре 7 °С и давлении 700 мм рт.ст.? Ответ округлить до десятых.

Ответ: _____ кг/м³

27 В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности 10 мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе 4 В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 3.2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент?

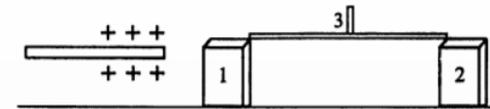
Ответ: _____ мА

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

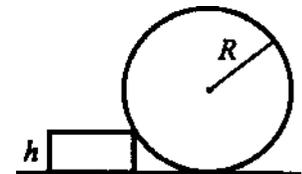
Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (27, 28 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

Полное правильное решение каждой из задач 28–32 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.

28 Два металлических бруска (1,2), лежащие на деревянном столе, соединены металлическим стержнем с деревянной ручкой (3). К бруску 1 поднесли положительно заряженную палочку, не касаясь бруска. Затем, продолжая держать палочку возле первого бруска, стержень убрали, подняв его за ручку. Какими после этого будут заряды брусков? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



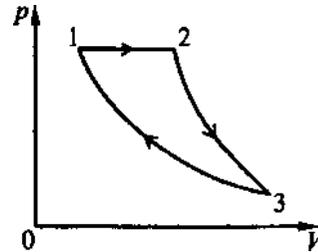
29 Колесо радиусом $R = 1$ м и массой $m = 5$ кг упирается в ступеньку высотой $h = 20$ см. Проскальзывания между колесом и ступенькой нет. Определите минимальную силу, которую надо приложить к колесу, чтобы вкатить его на ступеньку.



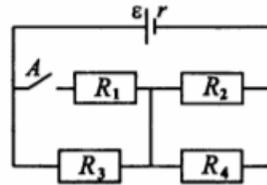
ТРЕНИРОВОЧНЫЙ КИМ № 171023



30 На рисунке изображён график циклического процесса, происходящего с одноатомным идеальным газом. На этапе 2-3 газ адиабатно расширяется, а на этапе 3 — 1 изотермически сжимается. При изобарном расширении газ совершает работу $A_{12} = 500$ Дж, а при изотермическом сжатии отдаёт холодильнику количество теплоты $Q_{хол} = 1000$ Дж. Определите КПД цикла.



31 В цепи, изображённой на рисунке, ключ А разомкнут, внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом, его ЭДС — $\varepsilon = 12$ В, сопротивления резисторов: $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 12$ Ом. На сколько ватт увеличится мощность, выделяемая на резисторе R_2 , если ключ А замкнуть?



32 Колебательный контур радиоприёмника настроен на определённую длину волны. Индуктивность катушки контура $L = 6$ мкГн, максимальный ток в ней $I_{max} = 1,8$ мА. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 3$ мм, максимальное значение напряжённости электрического поля в конденсаторе в процессе колебаний 5 В/м. На какую длину волны настроен колебательный контур приёмника?

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания 1–27

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25, 26 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается 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	100	15	5
2	40	16	25
3	64	17	12
4	9.7	18	32
5	34	19	92146
6	33	20	328
7	22	21	22
8	0.25	22	4
9	2077	23	24
10	-600	24	15
11	34	25	330
12	12	26	0.5
13	вниз	27	6
14	4	28	

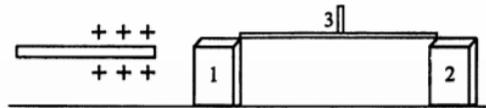




28

Задания 28 – 32

Два металлических бруска (1,2), лежащие на деревянном столе, соединены металлическим стержнем с деревянной ручкой (3). К бруску 1 поднесли положительно заряженную палочку, не касаясь бруска. Затем, продолжая держать палочку возле первого бруска, стержень убрали, подняв его за ручку. Какими после этого будут заряды брусков? Ответ поясните, опираясь на законы электродинамики.



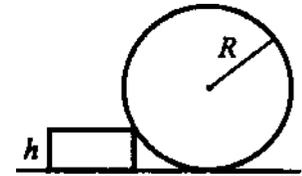
До того, как к брускам поднесли заряженную палочку, они не были заряжены.

После того, как к бруску 1 поднесли положительно заряженную палочку, часть свободных электронов, притягиваясь к палочке, переместились по металлическому стержню с бруска 2 на брусок 1. Брусок 1 стал отрицательно заряженным, а брусок 2 – положительно заряженным.

Когда стержень убрали, держа его за деревянную ручку, распределение зарядов на брусках сохранилось, т.е. брусок 1 остался заряженным отрицательно, брусок 2 – положительно.

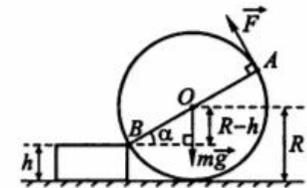
29

Колесо радиусом $R = 1$ м и массой $m = 5$ кг упирается в ступеньку высотой $h = 20$ см. Проскальзывания между колесом и ступенькой нет. Определите минимальную силу, которую надо приложить к колесу, чтобы вкатить его на ступеньку.



1. Воспользуемся правилом моментов всех сил, действующих на колесо, относительно оси, проходящей через точку B перпендикулярно плоскости рисунка.

Сила \vec{F} будет минимальной, если будет приложена в точке A , диаметрально противоположной точке B , по касательной.



2. Согласно правилу моментов: $mg \cdot R \cdot \cos \alpha - F \cdot 2R = 0$,

$$F = \frac{1}{2} mg \cdot \cos \alpha \quad (1).$$

$$\sin \alpha = \frac{R-h}{R}, \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{(R-h)^2}{R^2}} = \frac{\sqrt{h(2R-h)}}{R} \quad (2).$$

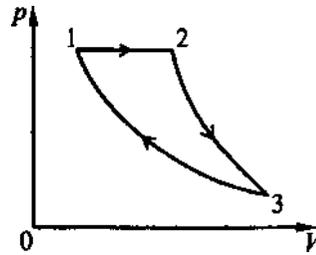
Тогда: $F = \frac{mg \cdot \sqrt{h(2R-h)}}{2R}$. Подставляя числовые данные, получим:

$$F = \frac{50\sqrt{0,2 \cdot 1,8}}{2} = 15 \text{ (Н)}.$$

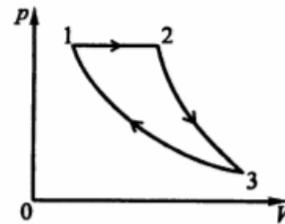
Ответ: 15 Н.

30

На рисунке изображён график циклического процесса, происходящего с одноатомным идеальным газом. На этапе 2-3 газ адиабатно расширяется, а на этапе 3 — 1 изотермически сжимается. При изобарном расширении газ совершает работу $A_{12} = 500$ Дж, а при изотермическом сжатии отдаёт холодильнику количество теплоты $Q_{\text{хол}} = 1000$ Дж. Определите КПД цикла.



1. КПД цикла — это отношение работы, совершённой газом за цикл, к количеству теплоты, переданному газу за цикл. Согласно графику цикла, изображённому на рисунке, газ совершает работу на участках 1 — 2 и 2 — 3, над газом совершают работу на участке 3 — 1, т.е. $\eta = \frac{A_{12} + A_{23} - A_{31}}{Q_{12}}$ (1).



2. Газ получает теплоту только на участке 1 — 2. Из первого закона термодинамики: $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = p\Delta V + \frac{3}{2}p\Delta V = \frac{5}{2}p\Delta V$. Т.к.

$A_{12} = p\Delta V = 500$ (Дж), то $Q_{12} = \frac{5}{2} \cdot 500 = 1250$ (Дж).

3. Участок 2 — 3 — адиабатное расширение. Из первого закона термодинамики: $A_{23} = -\Delta U_{23} = -(U_3 - U_2) = U_2 - U_3$, где $U = \frac{3}{2}\nu RT = \frac{3}{2}pV$ — внутренняя энергия идеального одноатомного газа.

$$A_{23} = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_3) = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1) = \frac{3}{2} \cdot A_{12} = 750 \text{ (Дж)}.$$

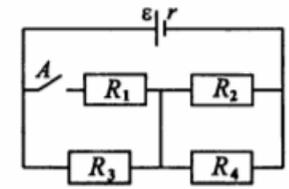
4. Т.к. участок 3 — 1 — изотермическое сжатие, то $A_{31} = Q_{\text{хол}} = 1000$ Дж.

Тогда: $\eta = \frac{500 + 750 - 1000}{1250} = 0,2$; $\eta = 20\%$.

Ответ: 20%.

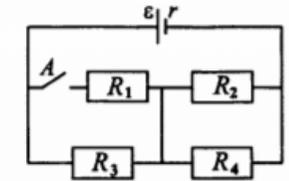
31

В цепи, изображённой на рисунке, ключ А разомкнут, внутреннее сопротивление источника тока $r = 2$ Ом, его ЭДС — $\varepsilon = 12$ В, сопротивления резисторов: $R_1 = 3$ Ом, $R_2 = 6$ Ом, $R_3 = 6$ Ом, $R_4 = 12$ Ом. На сколько ватт увеличится мощность, выделяемая на резисторе R_2 , если ключ А замкнуть?



1. При разомкнутом ключе А электрический ток от источника идёт через резистор R_3 и параллельно соединённые резисторы R_2 и R_4 . Сопротивление внешней цепи при этом равно:

$$R = R_3 + \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} = 6 + \frac{6 \cdot 12}{18} = 10 \text{ (Ом)}.$$



Согласно закону Ома для полной цепи сила тока равна: $I = \frac{\varepsilon}{R + r} = \frac{12}{10 + 2} = 1$ (А). Учитывая отношение сопротивлений $\frac{R_2}{R_4} = \frac{1}{2}$, находим ток через резистор R_2 : $I_2 = \frac{1}{3} \cdot 2 = \frac{2}{3}$ (А). Тогда мощность, выделяемая на резисторе R_2 , равна: $P'_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{4}{9} \cdot 6 = \frac{8}{3} = 2,67$ (Вт).

2. Если ключ А замкнуть, то $R = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} = \frac{18}{9} + \frac{72}{18} = 6$ (Ом), $I = \frac{12}{6 + 2} = 1,5$ (А), $I_2 = 1$ (А), $P''_2 = 1 \cdot 6 = 6$ (Вт).

Следовательно, мощность увеличится на $\Delta P = 3,33$ (Вт).

Ответ: 3,33 Вт.



32

Колебательный контур радиоприёмника настроен на определённую длину волны. Индуктивность катушки контура $L = 6$ мкГн, максимальный ток в ней $I_{\max} = 1,8$ мА. В контуре используется плоский воздушный конденсатор, расстояние между пластинами которого $d = 3$ мм, максимальное значение напряжённости электрического поля в конденсаторе в процессе колебаний 5 В/м. На какую длину волны настроен колебательный контур приёмника?

1. Согласно формуле Томсона: $T = 2\pi\sqrt{LC}$, (1)

где T – период колебаний в колебательном контуре,

L – индуктивность катушки,

C – ёмкость конденсатора.

Длина волны: $\lambda = c \cdot T = c \cdot 2\pi \cdot \sqrt{LC}$, (2)

где $c = 3 \cdot 10^8$ м/с – скорость электромагнитной волны.

2. По закону сохранения энергии в колебательном контуре имеем:

$$\frac{CU_{\max}^2}{2} = \frac{LI_{\max}^2}{2}, \quad C = \frac{LI_{\max}^2}{U_{\max}^2} \quad (3).$$

Учитывая, что $U_{\max} = E_{\max} \cdot d$, получим: $C = \frac{LI_{\max}^2}{(E_{\max} \cdot d)^2}$ (4).

3. Подставляя (4) в (2), получаем:

$$\lambda = 2\pi c \sqrt{\frac{L^2 I_{\max}^2}{(E_{\max} \cdot d)^2}} = \frac{2\pi c L I_{\max}}{E_{\max} \cdot d}.$$

Подставив числовые данные, получим:

$$\lambda = \frac{6,28 \cdot 3 \cdot 10^8 \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot 1,8 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 3 \cdot 10^{-3}} = 1356 \text{ (м)}.$$

Ответ: 1356 м.

О проекте «Пробный ЕГЭ каждую неделю»

Данный ким составлен командой всероссийского волонтерского проекта «ЕГЭ 100 баллов» <https://vk.com/ege100ballov> и безвозмездно распространяется для любых некоммерческих образовательных целей.

Нашли ошибку в варианте?

Напишите нам, пожалуйста, и мы обязательно её исправим!

Для замечаний и пожеланий: https://vk.com/topic-10175642_35994898

(также доступны другие варианты для скачивания)

