Тренировочный вариант единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ

111

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 30 заданий.

В заданиях 3–5, 9–11, 14–16 и 20 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу в бланк ответа № 1. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

КИМ Ответ: 7,5 см.

Бланк 7,5

Ответом к заданиям 1, 2, 6–8, 12, 13, 17–19, 21, 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите по приведённому ниже образцу без пробелов, запятых и других дополнительных символов в бланк ответов № 1.

КИМ Ответ:

А	Б
4	1

Бланк 41

Ответ к заданиям 24–30 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. В бланке ответов № 2 укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все бланки ЕГЭ заполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой, или капиллярной, или перьевой ручки.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком. Записи в черновике не учитываются при оценивании работы.

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

После завершения работы проверьте, чтобы ответ на каждое задание в бланках ответов № 1 и № 2 был записан под правильным номером.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

число π	$\pi = 3{,}14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10$ м/с^2
гравитационная постоянная	$G = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ Н·м^2/кг^2
универсальная газовая постоянная	$R = 8{,}31$ Дж/(моль·К)
постоянная Больцмана	$k = 1{,}38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
постоянная Авогадро	$N_A = 6 \cdot 10^{23}$ моль$^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8$ м/с
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9 \cdot 10^9$ Н·м^2/Кл^2
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Кл
постоянная Планка	$h = 6{,}6 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Соотношение между различными единицами

температура	0 К = –273 °С
атомная единица массы	1 а.е.м. = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ кг
1 атомная единица массы эквивалентна	931,5 МэВ
1 электронвольт	1 эВ = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ Дж

Масса частиц

электрона	$9{,}1 \cdot 10^{-31}$ кг ≈ $5{,}5 \cdot 10^{-4}$ а.е.м.
протона	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,007 а.е.м.
нейтрона	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$ кг ≈ 1,008 а.е.м.

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

Удельная теплоёмкость

воды	$4{,}2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	$2{,}1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		

© Денисова Анна Валерьевна, сайт «Простая физика» easy-physic.ru

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

Часть 1

Ответами к заданиям 1-23 являются 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. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведенными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1 Тело, движущееся равноускоренно с начальной скоростью 7 м/с, пройдя некоторое расстояние, приобретает скорость 17 м/с. Какова была скорость тела в тот момент времени, когда оно прошло половину расстояния?

Ответ:_____м/с

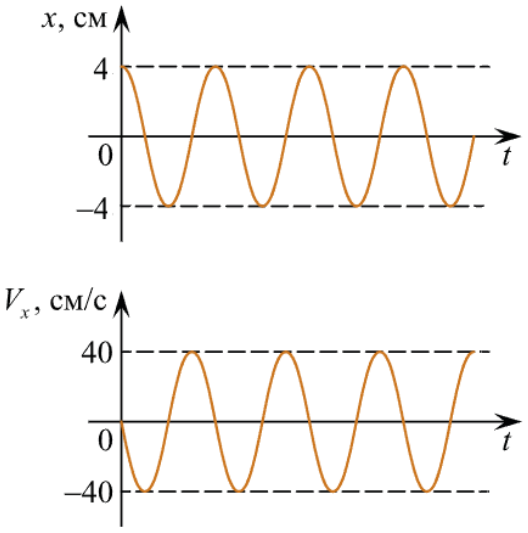
2 Однородная цепочка длиной 2 м лежит на столе. Когда часть цепочки длиной 0,2 м опускают со стола, она начинает скользить вниз. Масса цепочки 5 кг, а сила трения между столом и цепочкой составляет 0,1 веса цепочки. Какая работа против силы трения совершается при соскальзывании цепочки?

Ответ:_____Дж

3 Имеются три математических маятника с периодами 2, 6 и 9 с. Нити этих маятников соединили, получив из трех один маятник. Каков период его колебаний?

Ответ:_____с

4 Груз, подвешенный на лёгкой пружине жёсткостью 100 Н/м, совершает вертикальные колебания. На рисунке изображены графики зависимости смещения груза x и проекции скорости груза V_x от времени t.



На основании анализа приведённых графиков, выберите все верные утверждения и укажите в ответе их номера.

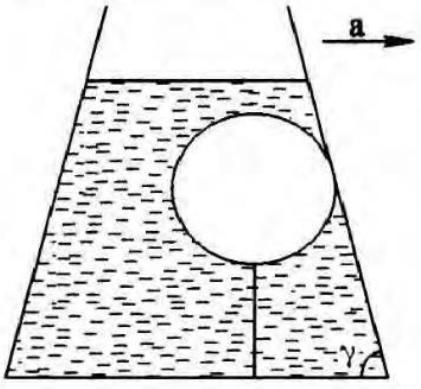
1) Круговая частота ω колебаний груза равна 10 рад/с.
2) Период колебаний груза равен $(0{,}2\pi)$ с.
3) Максимальное ускорение груза равно по модулю 800 см/с^2.
4) Масса груза равна 1 кг.
5) Максимальная потенциальная энергия упругой деформации пружины равна 4 кДж.

Ответ:_____

5 Пробковый шар объемом V привязан ко дну конического сосуда с водой так, что нить вертикальна, а шар касается гладкой стенки сосуда. Угол между горизонтальным дном и стенкой сосуда γ. Плотности воды и пробки ρ и ρ_1. Как изменится сила Архимеда, действующая на шар, и сила натяжения нити, если неподвижный сосуд начать двигать с постоянным горизонтальным ускорением a?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется

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



Сила Архимеда	Сила натяжения нити

6 Установите соответствие между перечисленными в первом столбце величинами и их значениями, перечисленными во втором столбце. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИХ ЗНАЧЕНИЯ
А) По доске, наклоненной к горизонту под углом $\alpha = arcsin\left(\frac{1}{3}\right)$, можно передвигать вверх или вниз грузы, прикладывая силу вдоль доски. Чтобы передвинуть ящик массой $m = 30$ кг вниз на расстояние $L = 3$ м, надо совершить минимальную работу $A = 100$ Дж. Какую минимальную работу потребуется совершить, чтобы вернуть по доске этот ящик назад?	1) 200 Дж 2) 400 Дж 3) 700 Дж
Б) На наклонной плоскости с углом наклона $\alpha = arctg\left(\frac{1}{4}\right)$ лежит коробка. Чтобы передвинуть коробку вниз по наклонной плоскости на некоторое расстояние, нужно совершить минимальную работу $A_1 = 15$ Дж. Для перемещения коробки вверх вдоль наклонной плоскости требуется совершить работу не менее $A_2 = 65$ Дж. В обоих случаях силы к коробке прикладываются вдоль наклонной плоскости. Определить по этим данным коэффициент трения скольжения между коробкой и наклонной плоскостью, если величины перемещений вверх и вниз равны.	4) 0,3 5) 0,4 6) 0,5

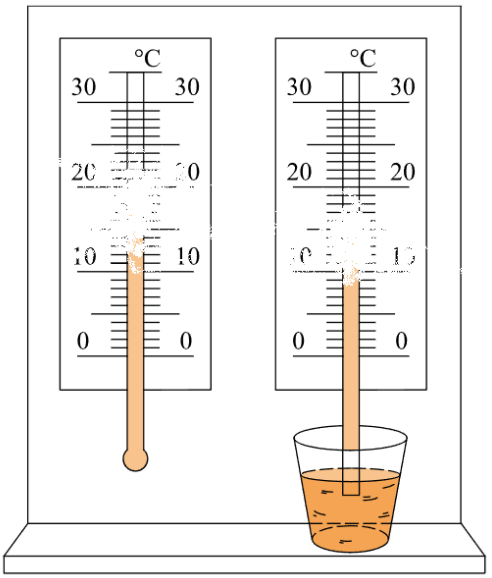
А	Б

7 Резервуар объема $V_1 = 50$ л соединили с резервуаром объема $V_2 = 15$ л с помощью короткой трубки, в которой имеется специальный клапан давления, позволяющий газу просачиваться из большого резервуара в малый, если давление в большом резервуаре превышает давление в малом на $\Delta p = 88$ мм рт. ст. Сначала при $T_0 = 290$ К большой резервуар содержит газ при нормальном атмосферном давлении, а меньший – откачан до состояния вакуума. Каким будет давление p_2 в малом резервуаре, если всю систему нагреть до $t_1 = 162$℃? Ответ округлить до целых кПа.

Ответ:_____кПа

8 На рисунке представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы (на рисунке слева), в которой влажность воздуха указана в процентах.

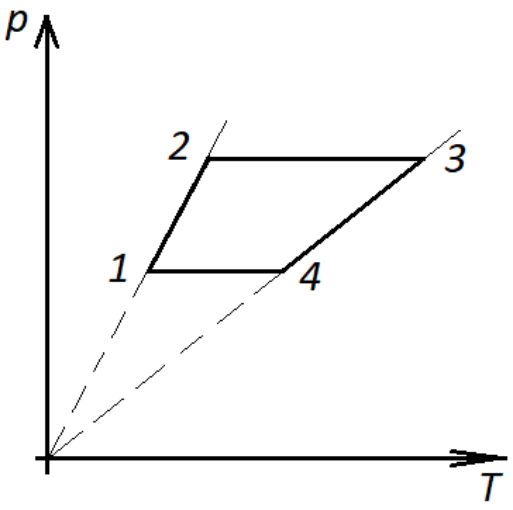
$t_{\text{сух. терм.}}$	Разность показаний сухого и влажного термометров								
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8
10	100	88	76	65	54	44	34	24	14
11	100	88	77	66	56	46	36	26	17
12	100	89	78	68	57	48	38	29	20
13	100	89	79	69	59	49	40	31	23
14	100	90	79	70	60	51	42	33	25
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	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



Каковы показания влажного термометра, если разность показаний сухого и влажного термометров составила 4°C, и достоверно известно, что влажность в помещении 61%?

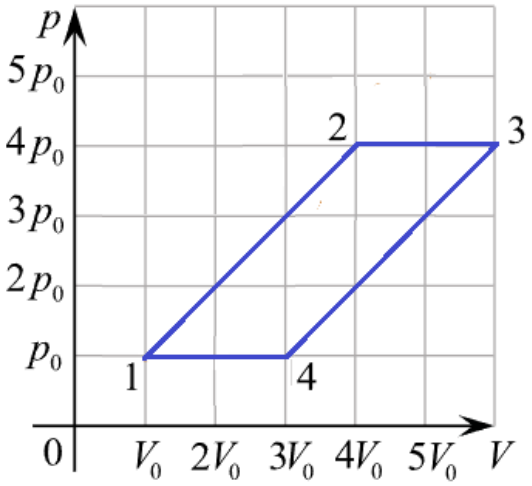
Ответ:_____°C

9 График циклического процесса, происходящего с идеальным одноатомным газом, изображен на рисунке. Определите работу A, совершенную газом в этом процессе, если количество газа $\nu = 3$ моль, $T_1 = 400$ К, $T_2 = 800$ К, $T_4 = 1200$ К. Ответ дать в кДж, округлив до целых.



Ответ:_____кДж

10 С одним молем идеального одноатомного газа совершают циклический процесс 1—2—3—4—1 (см. рис.).



Выберите все верные утверждения относительно этого процесса:

1) КПД данного цикла меньше, чем КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же максимальной и минимальной температурах, в 8 раз.

2) КПД данного цикла меньше, чем КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же максимальной и минимальной температурах, в 10 раз.

3) КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же максимальной и минимальной температурах, равен $\frac{23}{24}$.

4) КПД идеальной тепловой машины, работающей при тех же максимальной и минимальной температурах, равен $\frac{24}{25}$.

5) Работа газа в процессе 12 больше, чем в процессе 23.

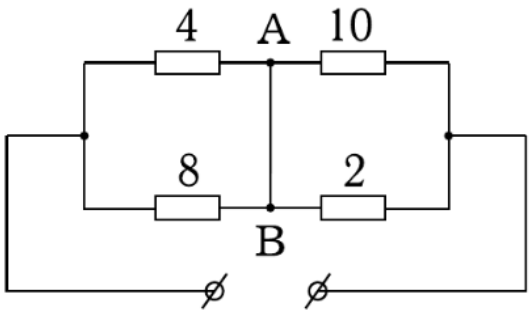
Ответ:_____

11 Одноатомный идеальный газ неизменной массы в изотермическом процессе совершает работу $A < 0$. Как изменятся в этом процессе объем, давление и внутренняя энергия газа? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ИЗМЕНЕНИЕ
А) Объем газа	1) Увеличивается
Б) Давление газа	2) Уменьшается
В) Внутренняя энергия газа	3) Не изменяется

А	Б	В

12 Значения сопротивлений резисторов, из которых собран участок цепи, приведены в омах, сопротивление перемычки AB пренебрежимо мало. Найти ток во внешней цепи, если через перемычку AB протекает ток 3 А.

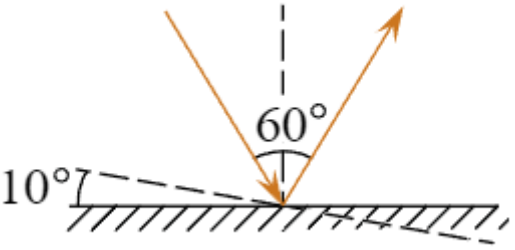


Ответ:_____А

13 Определить индуктивность соленоида, в котором при равномерном увеличении тока на $\Delta I = 2$ А энергия магнитного поля увеличивается на $\Delta W = 10^{-2}$ Дж. Средняя сила тока в цепи 5 А. Ответ дать в мГн.

Ответ:_____мГн

14 Луч света падает на горизонтально расположенное плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен 60°. Каким станет угол между этими лучами, если, не меняя положения источника света, повернуть зеркало на 10°, как показано на рисунке? Ответ дайте в градусах.



Ответ:_____°

15 В вершинах правильного шестиугольника со стороной a помещаются точечные заряды одинаковой величины q.

Выберите все верные утверждения.

1) Потенциал в центре шестиугольника при условии, что знак всех зарядов одинаков, отличен от нуля.

2) Потенциал в центре шестиугольника при условии, что знаки соседних зарядов противоположны, отличен от нуля.

3) Напряженность поля в центре шестиугольника при условии, что знак всех зарядов одинаков, отлична от нуля.

4) Напряженность поля в центре шестиугольника при условии, что знаки соседних зарядов противоположны, отлична от нуля

5) Напряженность поля в центре шестиугольника и при условии, что знаки соседних зарядов одноименны, и при условии, что знаки соседних зарядов противоположны, равна нулю.

Ответ:_____

16 Металлическое кольцо находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Проводя первый опыт, модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшают от начального значения B_0 до нуля за некоторое время. Во втором опыте модуль индукции магнитного поля снова равномерно уменьшают от B_0 до нуля, но в два раза быстрее. Как изменятся во втором опыте по сравнению с первым возникающая в кольце ЭДС индукции и протёкший по кольцу электрический заряд?

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.

Возникающая в кольце ЭДС индукции	Протекший по кольцу электрический заряд

17 На рис. 1 изображена электрическая схема идеального колебательного контура, состоящего из конденсатора ёмкостью C, катушки индуктивностью L и ключа. Конденсатор заряжают до некоторого начального напряжения U_0, а затем в момент времени $t_0 = 0$ замыкают ключ. На рис. 2 показан график зависимости заряда q левой обкладки этого конденсатора от времени t.

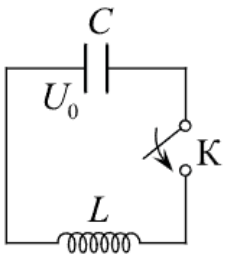


Рис. 1

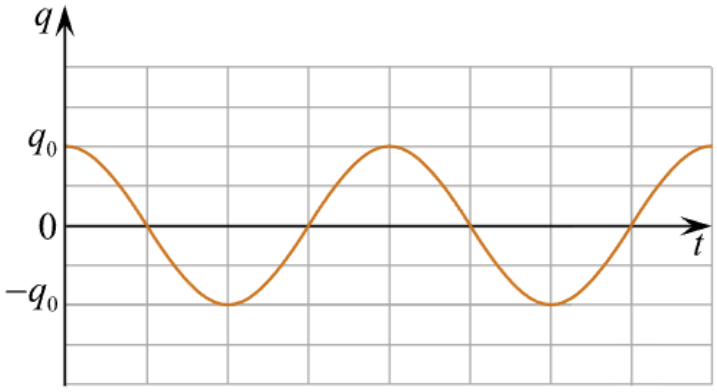
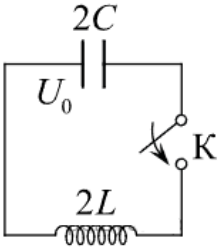


Рис. 2

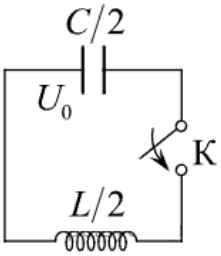
Затем опыт повторяют с двумя другими колебательными контурами, каждый раз заряжая конденсатор до того же начального напряжения. Установите соответствие между схемами этих колебательных контуров и графиками зависимостей от времени заряда левой обкладки конденсаторов, входящих в состав контуров. Цена деления на шкале времени на всех графиках одинаковая.

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

КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР

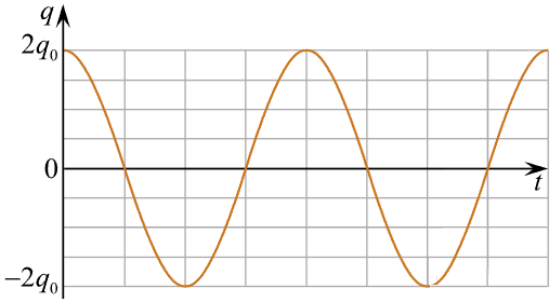


А)

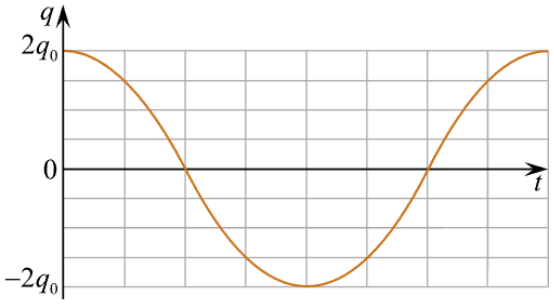


Б)

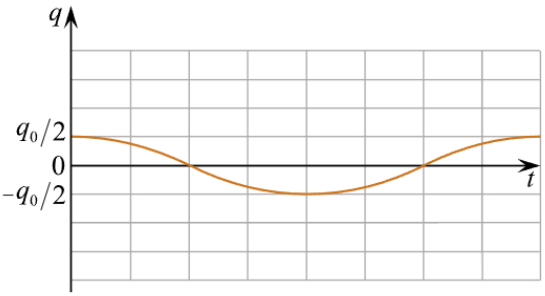
ГРАФИК



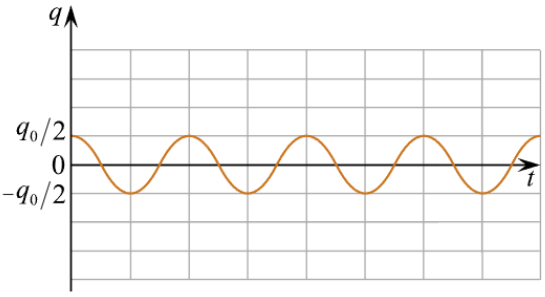
1)



2)



3)



4)

А	Б

© Денисова Анна Валерьевна, сайт «Простая физика»

18 Образец радиоактивного полония $^{218}_{84}Po$ находится в закрытом сосуде, из которого откачан воздух. Ядра полония испытывают α-распад с периодом полураспада 3 мин. Определите число моль полония-218 в сосуде через 9 мин., если образец в момент его помещения в сосуд имел в своём составе $2{,}4 \cdot 10^{23}$ атомов полония-218. Ответ дайте в молях.

Ответ:_____

19 Энергия протона, который движется в ускорителе уменьшилась на некоторую величину. Как в результате этого изменятся следующие две величины: скорость протона, кинетическая энергия протона?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличится
2) уменьшится
3) не изменится

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

Скорость протона	Кинетическая энергия протона

20 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

1) Работа силы тяжести по перемещению тела между двумя заданными точками зависит от соединяющей их траектории.
2) В ходе процесса кипения жидкости её температура не меняется, а внутренняя энергия системы «жидкость и её пар» уменьшается.
3) Модуль сил взаимодействия двух неподвижных точечных заряженных тел в вакууме прямо пропорционален модулю каждого из зарядов.
4) Энергия магнитного поля катушки индуктивностью L увеличивается прямо пропорционально увеличению силы тока в катушке.
5) Атом излучает свет при переходе из стационарного состояния с большей энергией в стационарное состояние с меньшей энергией.

Ответ:_____

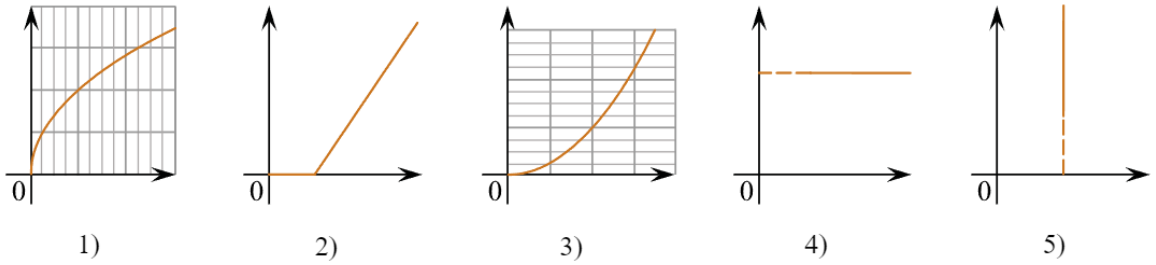
21 Даны следующие зависимости физических величин:

А) зависимость модуля скорости тела от его кинетической энергии;

Б) зависимость давления идеального газа от времени при медленном изобарическом нагревании газа;

В) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектрона от частоты падающего на металл света.

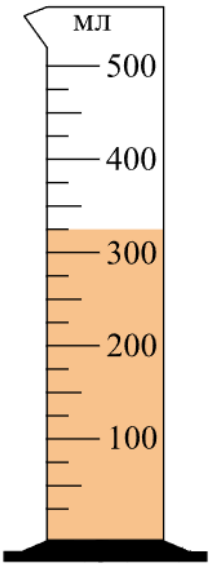
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



1) 2) 3) 4) 5)

А	Б	В

22 В мерный стакан налита вода. Укажите объём воды (в мл) с учётом погрешности измерения, учитывая, что погрешность составляет половину цены деления мерного стакана. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.



Ответ: (_____±_____) мл

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

23 Нужно провести лабораторную работу с целью обнаружения зависимости сопротивления цилиндрического проводника от площади его поперечного сечения. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	2 м	2,0 мм	медь
2	5 м	1,5 мм	медь
3	10 м	2,0 мм	медь
4	5 м	1,5 мм	алюминий
5	5 м	2,0 мм	медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:_____

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

Проверьте, чтобы каждый ответ был записан в строке с номером соответствующего задания.

Часть 2

Для записи ответов на задания 24–30 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

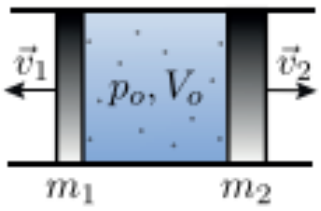
24 Четверо ребят на двух санях перевезли по одному и тому же пути металлолом. Веревки они натягивали с одинаковой силой, но ребята одной пары шли рядом, а другой пары – поодаль друг от друга. Которая из пар совершила большую работу? Ответ обоснуйте.

Полное правильное решение каждой из задач 25–30 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.

25 Газ находится в вертикальном цилиндре с площадью основания 0,1 м^2 при температуре 0°С. На расстоянии 0,8 м от дна цилиндра находится поршень массой 15 кг. Атмосферное давление нормальное. Какую работу совершит газ при его нагревании на 25°С?

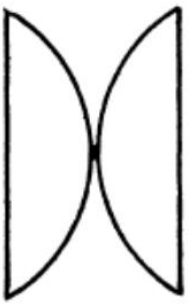
26 При взаимодействии α-частиц с ядрами алюминия $^{27}_{13}Al$ образуются ядра кремния $^{30}_{14}Si$. Определить, какая частица образуется в этой реакции и какая энергия при этом выделяется, если масса алюминия 1 г.
$m\left(^{27}_{13}\mathrm{Al}\right)$ = 26,98146 а.е.м.; $m\left(^{4}_{2}\mathrm{He}\right)$ =4,00260 а.е.м.; $m\left(^{30}_{14}\mathrm{Si}\right)$ = 29, 97377 а.е.м.

27 В длинной гладкой теплоизолированной трубе находятся теплоизолированные поршни массами m_1 и m_2, между которыми в объеме V_0 находится одноатомный газ при давлении p_0. Поршни отпускают. Определите их максимальные скорости, если масса газа много меньше массы каждого поршня.

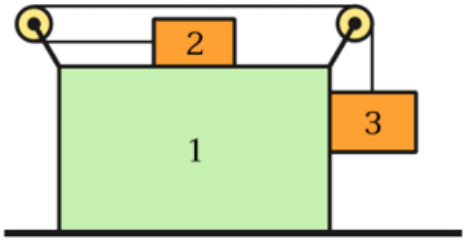


28 Замкнутый контур из тонкой проволоки помещён в магнитное поле. Плоскость контура перпендикулярна вектору магнитной индукции поля. Площадь контура $S = 2 \cdot 10^{-3}$ м^2. В контуре возникают колебания тока с амплитудой $i_m = 35$ мА, если магнитная индукция поля меняется с течением времени в соответствии с формулой $B = a\,cos(bt)$, где $a = 6 \cdot 10^{-3}$ Тл, $b = 3500$ с$^{-1}$. Чему равно электрическое сопротивление контура R?

29 Две плоско-выпуклые тонкие стеклянные линзы соприкасаются своими сферическими поверхностями. Найти оптическую силу такой системы, если в отраженном свете с $\lambda = 0{,}6$ мкм диаметр пятого светлого кольца $d = 1{,}5$ мм.



30 На рисунке изображена система из трёх брусков, имеющих форму прямоугольных параллелепипедов, соединённых с помощью двух блоков и нерастяжимой натянутой нити. Массы брусков $m_1 = 5m$, $m_2 = m$ и $m_3 = 3m$. Блоки сначала удерживают неподвижно на горизонтальной поверхности, затем аккуратно отпускают. Все поверхности гладкие. С каким по величине ускорением начнёт движение брусок 1? Ответ выразите в м/с^2, округлив до сотых. Ускорение свободного падения считайте равным $g = 9{,}8$ м/с^2.



Проверьте, чтобы каждый ответ был записан рядом с правильным номером задания.