

Тренировочная работа №2 по ФИЗИКЕ

11 класс

ЕГЭ 2024 года

Вариант 01

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной 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.

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность

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 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)		

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 °С

Молярная масса

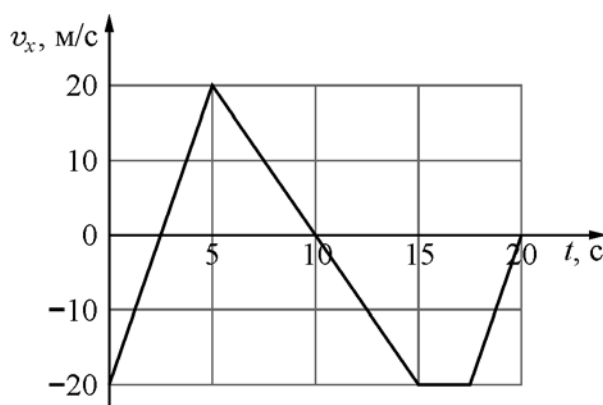
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

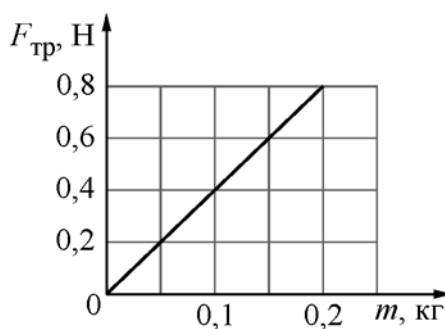
На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости прямолинейно движущегося вдоль оси OX тела от времени t . Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 5 с до 15 с.



Ответ: _____ м.

2

При исследовании зависимости модуля силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска от массы m бруска был получен график, представленный на рисунке. Чему, согласно результатам данного опыта, равен коэффициент трения, если брусок скользил по горизонтальной поверхности стола?

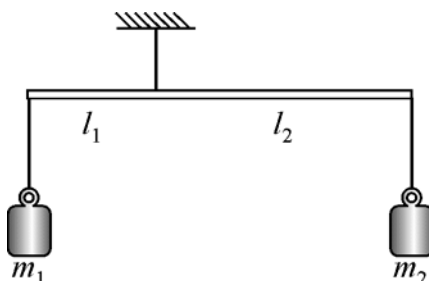


Ответ: _____.

- 3 Шарик, подвешенный на длинной лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Максимальная потенциальная энергия шарика в поле тяжести, если считать её равной нулю в положении равновесия, равна 0,8 Дж. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 2 м/с. Чему равна масса шарика? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ кг.

- 4 К правому концу невесомого рычага прикреплён груз массой $m_2 = 0,25$ кг на расстоянии $l_2 = 45$ см от точки подвеса. На каком расстоянии l_1 от точки подвеса нужно закрепить груз массой $m_1 = 0,75$ кг (см. рисунок), чтобы рычаг находился в равновесии?



Ответ: _____ см.

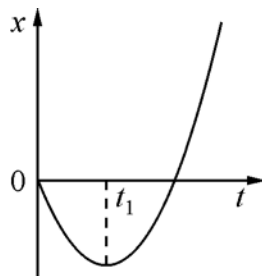
- 5 Небольшой свинцовый брусок массой $m_1 = 100$ г покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает шарик массой $m_2 = 200$ г, скользящий по поверхности со скоростью 3 м/с. В результате тела слипаются и движутся, как единое целое. Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Скорость тел после соударения равна 2 м/с.
- 2) Кинетическая энергия пластилинового шарика до соударения равна 0,2 Дж.
- 3) Суммарная кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» в результате соударения не изменилась.
- 4) В результате соударения выделяется некоторое количество теплоты.
- 5) Импульс налетающего шарика в результате соударения не изменился.

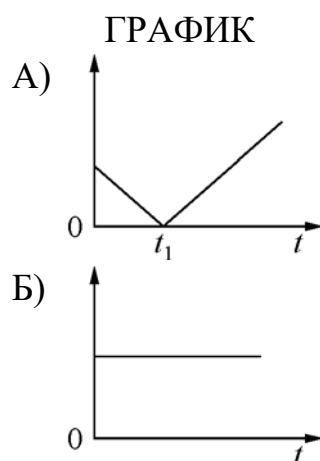
Ответ: _____.

6

На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси X , от времени t (кривая является параболой). Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



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



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

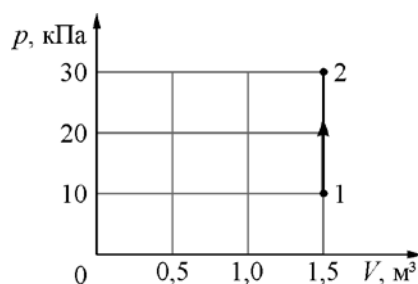
- 1) модуль импульса тела
- 2) проекция скорости тела на ось X
- 3) проекция ускорения тела на ось X
- 4) кинетическая энергия тела

Ответ:

А	Б

7

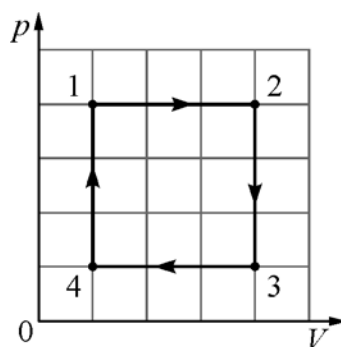
На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона (p – давление газа, V – его объём). Температура газа в состоянии 1 равна $+27^\circ\text{C}$. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: _____ К.

8

Чему равна работа, совершённая двумя молями идеального газа в процессе 1–2–3–4, показанном на рисунке, если в состоянии 1 давление равно 60 кПа, а объём – 1 л?



Ответ: _____ Дж.

9

При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным одноатомным газом разделили на две одинаковые части неподвижной перегородкой, способной проводить тепло (см. рисунок). В разных частях сосуда газ был нагрет до разных температур. Температура газа в части А была равна 293 К, а в части Б +40 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Считая, что теплоёмкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений все, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания к моменту установления теплового равновесия.

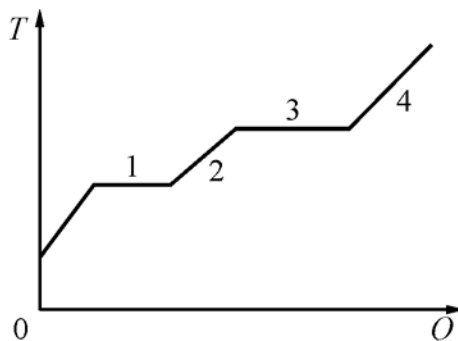


- 1) Температура газа в части Б повысится.
- 2) Внутренняя энергия газа в части А не изменится.
- 3) При теплообмене газ из части Б отдавал количество теплоты, а газ в части А его получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях станут одинаковыми и равными +30 °С.
- 5) В результате теплообмена газ, находящийся в части Б, совершил работу.

Ответ: _____.

10

В цилиндре под поршнем находится вещество в твёрдом агрегатном состоянии. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график зависимости температуры T этого вещества от поглощенного им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в газообразном состоянии и плавлению вещества?



Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕПЛОВОЙ ПРОЦЕСС

УЧАСТОК ГРАФИКА

- А) нагревание вещества в газообразном состоянии
Б) плавление вещества

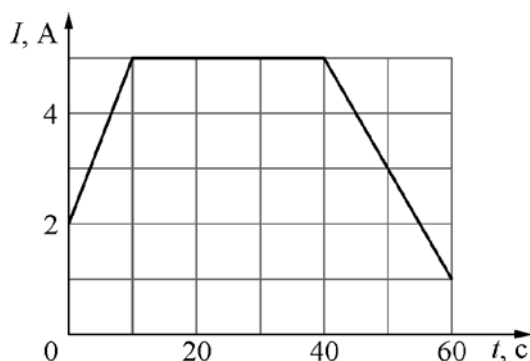
- 1) 1
2) 2
3) 3
4) 4

Ответ:

А	Б

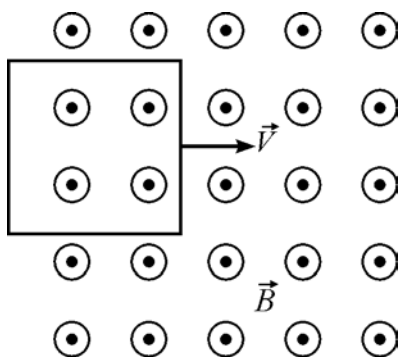
11

На графике показана зависимость силы электрического тока I , текущего в проводнике, от времени t . Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за первые 40 с протекания в нём тока.



Ответ: _____ Кл.

- 12** В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле. Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{V} , направленной вдоль плоскости рамки, перпендикулярно стороне рамки и вектору магнитной индукции \vec{B} (см. рисунок). ЭДС индукции, генерируемая в рамке в показанный на рисунке момент, равна по модулю $\mathcal{E} = 4$ мВ. Чему был бы равен модуль ЭДС индукции, если бы эта рамка двигалась со скоростью $\frac{\vec{V}}{2}$?



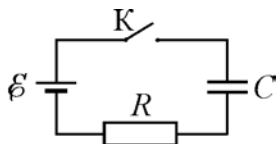
Ответ: _____ мВ.

- 13** Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 15° . Определите угол между падающим и отражённым лучами.

Ответ: _____ $^\circ$.

14

Полностью разряженный конденсатор подключён через разомкнутый ключ K к источнику постоянного напряжения последовательно с резистором сопротивлением $R = 20 \text{ кОм}$ (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В таблице представлены результаты измерений силы тока в этой цепи. Сопротивлением ключа и проводов, а также внутренним сопротивлением источника напряжения можно пренебречь.



$t, \text{ мс}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{ мкА}$	200	80	20	10	3	1	0

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в данном опыте. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Сила тока, текущего через резистор, в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 мс после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) Напряжение на конденсаторе в момент времени 6 мс равно 4 В.
- 4) В момент времени $t = 4 \text{ мс}$ напряжение на резисторе равно 0,3 В.
- 5) Напряжение на конденсаторе с течением времени не изменяется.

Ответ: _____.

15

Участок цепи состоит из двух последовательно соединённых цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно R , а второго $2R$. Как изменится общее сопротивление этого участка цепи и тепловая мощность, выделяющаяся в первом проводнике, если удельное сопротивление и площадь поперечного сечения первого проводника увеличить вдвое, оставив без изменения его длину и напряжение на концах участка цепи? Сопротивление второго проводника не меняется.

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 участка цепи	Тепловая мощность, выделяющаяся в первом проводнике

- 16** Определите количество протонов в ядре X, которое образовалось в результате ядерной реакции ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_1\text{p}$.

Ответ: _____.

- 17** Для постановки опытов по наблюдению фотоэффекта использовали пластину из металла с работой выхода 3,0 эВ. Эту пластину освещали светом частотой $9 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем интенсивность падающей на пластину световой волны увеличили в 2 раза, оставив неизменной её частоту. Как изменятся при этом максимальная скорость вылетающих из металла фотоэлектронов и их количество в единицу времени?

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.

Максимальная скорость фотоэлектронов	Количество фотоэлектронов в единицу времени

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

- 1) Потенциальная энергия тела в однородном гравитационном поле может принимать отрицательное значение.
- 2) Если в закрытом сосуде в течение длительного времени находятся в равновесии друг с другом жидкость и её пар, то такой пар является насыщенным.
- 3) Частота собственных электромагнитных колебаний в контуре увеличится, если увеличить индуктивность катушки.
- 4) Если энергия фотонов монохроматического света, падающих на металл при наблюдении фотоэффекта, увеличится, то длина волны, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, также увеличится.
- 5) В результате β^- распада массовое число ядра увеличивается.

Ответ: _____.

- 19** Лестница состоит из 20 ступенек. Высота каждой ступеньки близка к 15 см. Определите высоту этой лестницы, если абсолютная погрешность прямого измерения высоты ступеньки составляет 0,2 см.

Ответ: (_____ \pm _____) м.

- 20** Необходимо провести лабораторную работу по исследованию зависимости жёсткости цилиндрической пружины от её длины. Для проведения эксперимента имеется пять различных пружин одинакового диаметра, характеристики которых приведены в таблице. Какие две пружины необходимо взять, чтобы провести данное исследование? Запишите в ответе номера выбранных пружин.

№ пружины	Диаметр поперечного сечения проволоки, мм	Длина пружины, см	Материал проволоки, из которой сделана пружина
1	3	5	медь
2	2	9	медь
3	1	5	сталь
4	1	5	медь
5	1	9	сталь

Ответ:

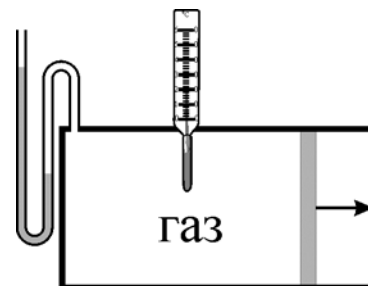
--	--

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21

В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ (см. рис.). Давление и температура в сосуде измеряются при помощи U-образного манометра с вертикальными коленами, в который налита жидкость, и спиртового термометра. Стенки сосуда и поршень теплоизолированы, теплообменом газа с манометром можно пренебречь, а термометр обладает очень малой теплоёмкостью. В исходном состоянии поршень неподвижен, газ находится в термодинамическом равновесии. Поршень начинают медленно перемещать в направлении, показанном стрелкой. Как при этом будут изменяться показания манометра и термометра? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



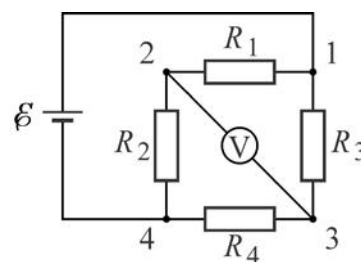
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22

Во время автогонок на скоростной трассе один гонщик ехал по горизонтальному прямолинейному участку AB с постоянной скоростью $V_1 = 126$ км/ч. Второй гонщик, ехавший с постоянной скоростью на более мощном "болиде", обогнав первого в точке A , сразу же начал тормозить и остановился в середине участка AB на время $\Delta t = 20$ с. Потом второй гонщик ускорился и в точке B вновь обогнал первого гонщика. При этом в момент обгона он как раз достиг максимальной скорости, равной своей начальной. Считая, что и при торможении, и при последующем разгоне второй гонщик движется с одинаковым максимально возможным ускорением $a = 0,3g$, найдите его скорость V_2 при первом и втором обгоне соперника.

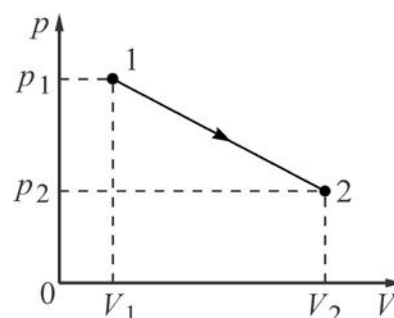
23

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, источник постоянного напряжения с ЭДС $\varepsilon = 12 \text{ В}$ и малым внутренним сопротивлением подключён к точкам 1 и 4 электрической цепи, состоящей из резисторов с сопротивлениями $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$ и $R_4 = 4 \text{ Ом}$. Найдите, что показывает идеальный вольтметр, подключённый между точками 2 и 3 этой цепи.



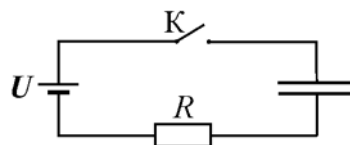
24

На pV -диаграмме изображён процесс 1-2, который проводится с идеальным одноатомным газом. Изображающий этот процесс график является отрезком. Газ в этом процессе получил полное количество теплоты $Q_{12} = 150 \text{ Дж}$. Найдите давление газа p_2 в конечном состоянии 2 процесса, если $p_1 = 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $V_1 = 1 \text{ л}$, $V_2 = 2 \text{ л}$.



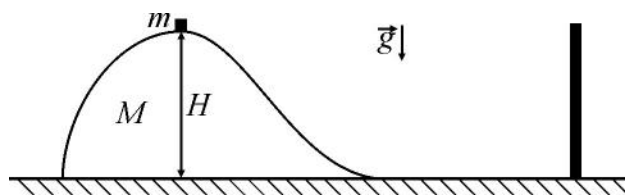
25

На рисунке изображена схема электрической цепи, в состав которой входят последовательно соединённые резистор, незаряженный плоский конденсатор, высоковольтный источник постоянного напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением и разомкнутый ключ. Напряжение источника $U = 1 \text{ кВ}$, площадь пластин конденсатора $S = 100 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d = 8,85 \text{ мм}$. Ключ замыкают и ждут зарядки конденсатора. Затем, не размыкая ключа, всё пространство между обкладками конденсатора очень медленно заполняют дистиллированной водой, которая не проводит электрический ток и обладает диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 81$. Какую работу совершают внешние силы в процессе заполнения конденсатора водой? Считайте, что $\varepsilon_0 = 1/(4\pi k) \approx 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$, где $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$ – коэффициент пропорциональности в законе Кулона. Ответ дайте с учётом знака.



26

На горизонтальном столе находится незакреплённая горка высотой $H=45$ см и массой M , на вершине которой удерживают маленький брусок массой $m = M/2$. Трение отсутствует. Брусок при соскальзывании с горки без удара переходит на поверхность стола. В исходном состоянии горка и брусок покоятся относительно стола. Горку и брусок одновременно отпускают, не сообщая им начальной скорости. После соскальзывания с горки брусок абсолютно упруго ударяется о закреплённую вертикальную стену, после чего направление движения бруска изменяется на противоположное, и он начинает догонять горку. На какую максимальную высоту над столом поднимется брусок по склону горки? Считайте, что горка всё время движется поступательно.



Тренировочная работа №2 по ФИЗИКЕ

11 класс

ЕГЭ 2024 года

Вариант 02

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения тренировочной работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 26 заданий.

В заданиях 1–4, 7, 8, 11–13 и 16 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 5, 6, 9, 10, 14, 15, 17, 18 и 20 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 19 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 21–26 включает в себя подробное описание всего хода выполнения задания. На чистом листе укажите номер задания и запишите его полное решение.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Все записи выполняются яркими чёрными чернилами. Допускается использование гелевой или капиллярной 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.

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность

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 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)		

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 °С

Молярная масса

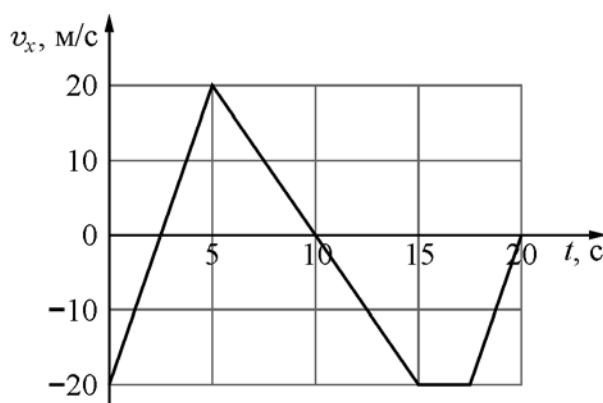
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–20 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

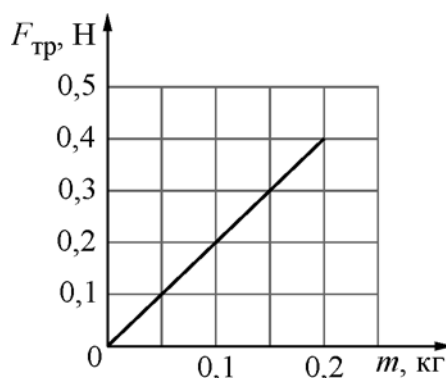
На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости прямолинейно движущегося вдоль оси OX тела от времени t . Определите путь, пройденный телом за промежуток времени от 0 с до 5 с.



Ответ: _____ м.

2

При исследовании зависимости силы трения скольжения $F_{\text{тр}}$ деревянного бруска от массы m бруска получен график, представленный на рисунке. Чему, согласно результатам данного опыта, равен коэффициент трения, если брусок скользил по горизонтальной поверхности стола?

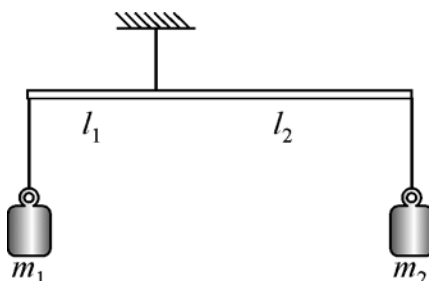


Ответ: _____.

- 3 Шарик массой $0,2 \text{ кг}$, подвешенный на длинной лёгкой нерастяжимой нити, совершает колебания. Максимальная скорость шарика в процессе колебаний равна 3 м/с . Чему равна максимальная потенциальная энергия шарика в поле тяжести, если считать её равной нулю в положении равновесия? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Ответ: _____ Дж.

- 4 К правому концу невесомого рычага прикреплен груз массой $m_2 = 0,2 \text{ кг}$ на расстоянии $l_2 = 32 \text{ см}$ от точки подвеса. На каком расстоянии l_1 от точки подвеса нужно закрепить груз массой $m_1 = 0,8 \text{ кг}$ (см. рисунок), чтобы рычаг находился в равновесии?



Ответ: _____ см.

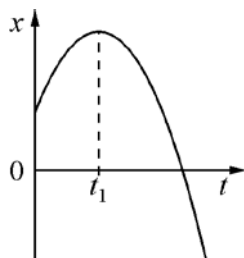
- 5 Небольшой свинцовый брусок массой $m_1 = 100 \text{ г}$ покоится на гладкой горизонтальной поверхности. На него налетает шарик массой $m_2 = 200 \text{ г}$, скользящий по поверхности со скоростью 2 м/с . В результате тела слипаются и движутся как единое целое. Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Скорость тел после соударения равна 2 м/с .
- 2) Кинетическая энергия пластилинового шарика до соударения равна $0,4 \text{ Дж}$.
- 3) Суммарная кинетическая энергия системы тел «брусок + шарик» после соударения уменьшилась.
- 4) В результате соударения не происходит выделение теплоты.
- 5) Импульс свинцового бруска в результате соударения не изменился.

Ответ: _____.

6

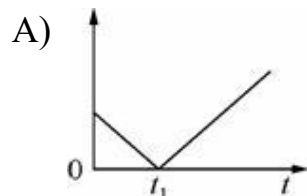
На рисунке показан график зависимости координаты x тела, движущегося вдоль оси X , от времени t (кривая является параболой). Графики А) и Б) представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение этого тела, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять.



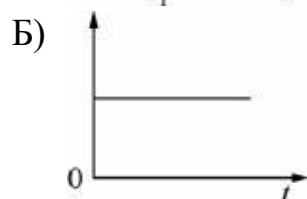
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА



- 1) модуль силы, действующей на тело
- 2) проекция импульса тела на ось X
- 3) проекция ускорения тела на ось X
- 4) модуль скорости тела

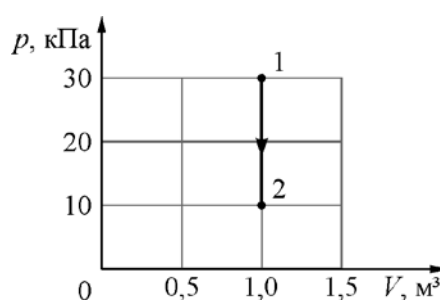


Ответ:

А	Б

7

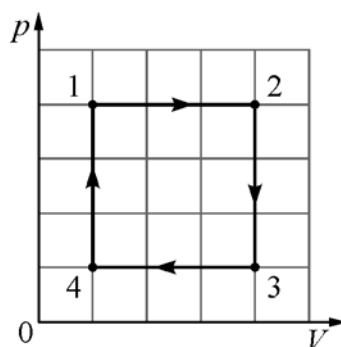
На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна $+447^\circ\text{C}$. Какая температура соответствует состоянию 2?



Ответ: _____ К.

8

Чему равна работа, совершённая тремя молями идеального газа в процессе 1–2–3–4, показанном на рисунке, если в состоянии 1 давление равно 80 кПа, а объём – 2 л?



Ответ: _____ Дж.

9

При изучении явления теплообмена герметичный теплоизолированный сосуд с идеальным одноатомным газом разделили на две одинаковые части неподвижной перегородкой, способной проводить тепло (см. рисунок). После этого газ в разных частях сосуда нагрели до разных температур. Температура газа в части А равна 303 К, а в части Б равна +20 °С. Количество газа одинаково в обеих частях. Через некоторое время после окончания нагревания газы в разных частях сосуда пришли в состояние теплового равновесия. Считая, что теплоёмкость сосуда пренебрежимо мала, выберите из предложенных утверждений все те, которые верно отражают изменения, происходящие с газами после окончания нагревания ко времени установления теплового равновесия.

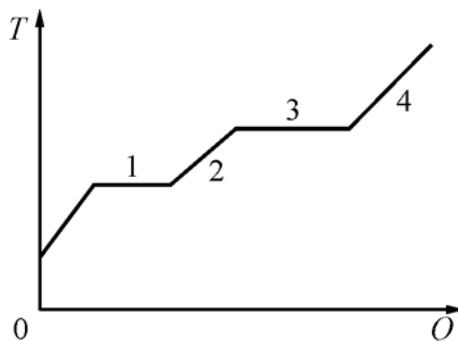


- 1) Температура газа в части Б повысится.
- 2) Внутренняя энергия газа в части А не изменится.
- 3) При теплообмене газ из части Б отдавал количество теплоты, а газ в части А его получал.
- 4) Через достаточно большой промежуток времени температуры газов в обеих частях станут одинаковыми и равными 298 К.
- 5) В результате теплообмена газ, находящийся в части А, совершил работу.

Ответ: _____.

10

В цилиндре под поршнем находится вещество в твёрдом агрегатном состоянии. Цилиндр поместили в раскалённую печь. На рисунке показан график зависимости температуры T этого вещества от поглощенного им количества теплоты Q . Какие участки графика соответствуют нагреванию вещества в жидком состоянии и кипению жидкости?



Установите соответствие между тепловыми процессами и участками графика. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ТЕПЛОВОЙ ПРОЦЕСС

УЧАСТОК ГРАФИКА

А) нагревание вещества в жидком состоянии

1) 1

Б) кипение жидкости

2) 2

3) 3

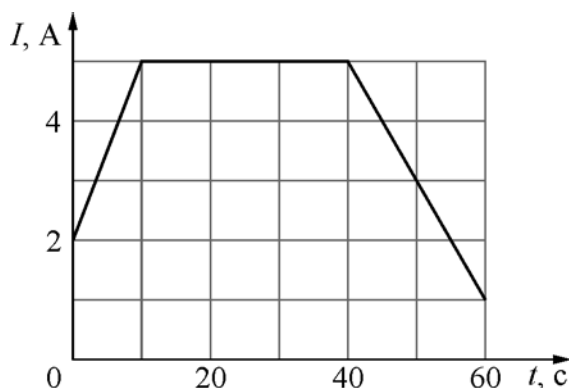
4) 4

Ответ:

А	Б

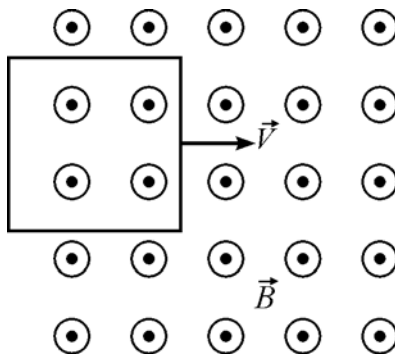
11

На графике показана зависимость силы электрического тока I , текущего в проводнике, от времени t . Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за первые 20 с протекания в нём тока.



Ответ: _____ Кл.

- 12** В некоторой области пространства создано однородное магнитное поле. Квадратная металлическая рамка движется через границу этой области с постоянной скоростью \vec{V} , направленной вдоль плоскости рамки, перпендикулярно стороне рамки и вектору магнитной индукции \vec{B} (см. рисунок). ЭДС индукции, генерируемая в рамке в показанный на рисунке момент, равна по модулю $\mathcal{E} = 4$ мВ. Чему был бы равен модуль ЭДС индукции, если бы эта рамка двигалась со скоростью $3\vec{V}$?



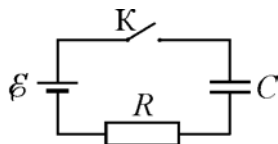
Ответ: _____ мВ.

- 13** Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 15° . Определите угол между отражённым лучом и зеркалом.

Ответ: _____ $^\circ$.

14

Полностью разряженный конденсатор подключён через разомкнутый ключ K к источнику постоянного напряжения последовательно с резистором сопротивлением $R = 40 \text{ кОм}$ (см. рисунок). В момент времени $t = 0$ ключ замыкают. В таблице представлены результаты измерений силы тока в этой цепи. Сопротивлением ключа и проводов, а также внутренним сопротивлением источника напряжения можно пренебречь.



$t, \text{мс}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мкА}$	200	80	20	10	3	1	0

Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в данном опыте. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) Напряжение на резисторе в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 2 мс после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника равна 8 В.
- 4) В момент времени $t = 4 \text{ мс}$ напряжение на резисторе равно 0,4 В.
- 5) Энергия конденсатора с течением времени не изменяется.

Ответ: _____.

15

Участок цепи состоит из двух последовательно соединённых цилиндрических проводников, сопротивление первого из которых равно R , а второго $2R$. Как изменится общее сопротивление этого участка цепи и тепловая мощность, выделяющаяся во всём участке цепи, если удельное сопротивление и длину первого проводника увеличить вдвое, оставив без изменения его площадь поперечного сечения и напряжение на всём участке цепи? Сопротивление второго проводника не меняется.

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 участка цепи	Тепловая мощность, выделяющаяся в участке цепи

- 16** Определите количество нейтронов в ядре X, которое образовалось в результате ядерной реакции ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_1\text{p}$.

Ответ: _____.

- 17** Для постановки опытов по наблюдению фотоэффекта использовали пластину из металла с работой выхода 3,0 эВ. Эту пластину освещали светом частотой $9 \cdot 10^{14}$ Гц. Затем интенсивность падающей на пластину световой волны увеличили в 2 раза, оставив неизменной её частоту. Как изменятся при этом энергия фотонов падающего света и работа выхода электронов из металла?

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.

Энергия фотонов падающего света	Работа выхода электронов из металла

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

- 1) Кинетическая энергия тела может принимать отрицательное значение.
- 2) Если в закрытом сосуде в течение длительного времени находятся в равновесии друг с другом жидкость и её пар, то относительная влажность в этом сосуде равна 100 %.
- 3) Период собственных электромагнитных колебаний в контуре увеличится, если увеличить индуктивность катушки.
- 4) Если модуль импульса фотонов монохроматического излучения увеличится, то длина волны этого излучения также увеличится.
- 5) В результате β^- распада массовое число ядра уменьшается.

Ответ: _____.

- 19** Лестница состоит из 50 ступенек. Высота каждой ступеньки близка к 12 см. Определите высоту лестницы, если абсолютная погрешность прямого измерения высоты ступеньки составляет 0,1 см.

Ответ: (_____ \pm _____) м.

- 20** Необходимо провести лабораторную работу по исследованию зависимости жёсткости цилиндрической пружины от площади поперечного сечения проволоки, из которой сделана пружина. Для проведения эксперимента имеется пять различных пружин одинакового диаметра, характеристики которых приведены в таблице. Какие две пружины необходимо взять, чтобы провести данное исследование? Запишите в ответе номера выбранных пружин.

№ пружины	Диаметр поперечного сечения проволоки, мм	Длина пружины, см	Материал проволоки, из которой сделана пружина
1	3	5	медь
2	2	9	медь
3	1	5	сталь
4	1	5	медь
5	1	9	сталь

Ответ:

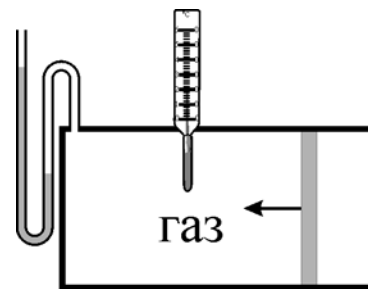
--	--

Часть 2

Для записи ответов на задания 21–26 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (21, 22 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

21

В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится идеальный газ (см. рис.). Давление и температура в сосуде измеряются при помощи U-образного манометра с вертикальными коленами, в который налита жидкость, и спиртового термометра. Стенки сосуда и поршень теплоизолированы, теплообменом газа с манометром можно пренебречь, а термометр обладает очень малой теплоёмкостью.



В исходном состоянии поршень неподвижен, газ находится в термодинамическом равновесии. Поршень начинают медленно перемещать в направлении, показанном стрелкой. Как при этом будут изменяться показания манометра и термометра? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

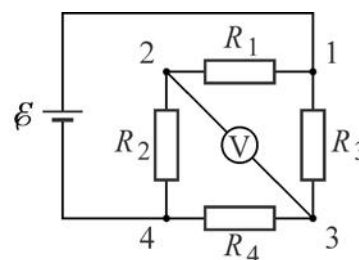
Полное правильное решение каждой из задач 22–26 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.

22

Во время автогонок на скоростной трассе один гонщик ехал по горизонтальному прямолинейному участку AB с постоянной скоростью $V_1 = 144$ км/ч. Второй гонщик, ехавший с постоянной скоростью на более мощном "болиде", обогнав первого в точке A , сразу же начал тормозить и остановился в середине участка AB на время $\Delta t = 15$ с. Потом второй гонщик ускорился и в точке B вновь обогнал первого гонщика. При этом в момент обгона он как раз достиг максимальной скорости, равной своей начальной. Считая, что и при торможении, и при последующем разгоне второй гонщик движется с одинаковым максимально возможным ускорением $a = 0,3g$, найдите продолжительность его торможения.

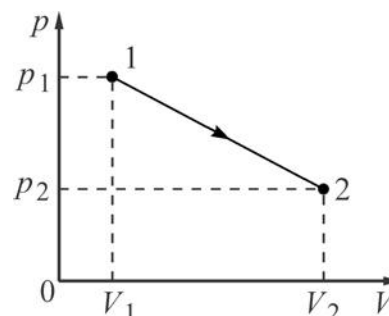
23

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, источник постоянного напряжения с малым внутренним сопротивлением подключён к точкам 1 и 4 электрической цепи, состоящей из резисторов с сопротивлениями $R_1 = 1 \text{ Ом}$, $R_2 = 2 \text{ Ом}$, $R_3 = 3 \text{ Ом}$ и $R_4 = 4 \text{ Ом}$. Идеальный вольтметр, подключённый между точками 2 и 3 этой цепи, показывает напряжение $U_{23} = 2 \text{ В}$. Найдите ЭДС источника напряжения.



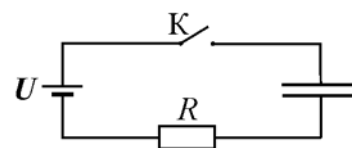
24

На pV -диаграмме изображён процесс 1-2, который проводится с идеальным одноатомным газом. Изображающий этот процесс график является отрезком. Газ в этом процессе получил полное количество теплоты $Q_{12} = 400 \text{ Дж}$. Найдите объём газа V_2 в конечном состоянии 2 процесса, если $p_1 = 3 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $p_2 = 10^5 \text{ Па}$, $V_1 = 1 \text{ л}$.



25

На рисунке изображена схема электрической цепи, в состав которой входят последовательно соединённые резистор, незаряженный плоский конденсатор, высоковольтный источник постоянного напряжения с пренебрежимо малым внутренним сопротивлением и разомкнутый ключ. Напряжение источника $U = 2 \text{ кВ}$, площадь пластин конденсатора $S = 150 \text{ см}^2$, расстояние между пластинами $d = 8,85 \text{ мм}$. Всё пространство между обкладками конденсатора заполнено дистиллированной водой, которая не проводит электрический ток и обладает диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 81$. Ключ замыкают и ждут зарядки конденсатора. Затем, не размыкая ключа, очень медленно удаляют из пространства между пластинами всю воду. Какую работу совершают внешние силы в процессе удаления воды из конденсатора? Считайте, что $\epsilon_0 = 1/(4\pi k) \approx 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$, где $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$ – коэффициент пропорциональности в законе Кулона. Ответ дайте с учётом знака.



26

На горизонтальном столе находится незакреплённая горка высотой $H = 54$ см и массой $M = 1$ кг, на вершине которой удерживают маленький брусок массой $m = M/2$.

Трение отсутствует. Брусок при соскальзывании с горки без удара переходит на поверхность стола. В исходном состоянии горка и брусок покоятся относительно стола. Горку и брусок одновременно отпускают, не сообщая им начальной скорости. После соскальзывания с горки брусок абсолютно упруго ударяется о закреплённую вертикальную стену, после чего направление движения бруска изменяется на противоположное, и он начинает догонять горку. Чему будет равна потенциальная энергия бруска относительно стола в момент, когда брусок поднимется по склону горки на максимальную высоту над столом? Считайте, что горка всё время движется поступательно.

