

## Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

20 апреля 2023 года

Вариант ФИ2210501

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 30 заданий.

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 24–30 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	$10^9$	сантиметры	см	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	мм	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мкм	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	нм	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	пм	$10^{-12}$

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
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	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древеси́ны (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		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 –  $0^\circ\text{C}$

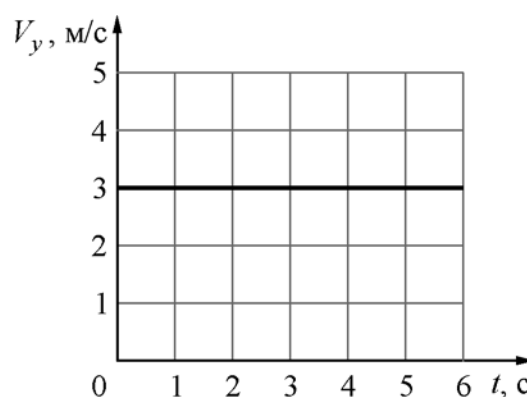
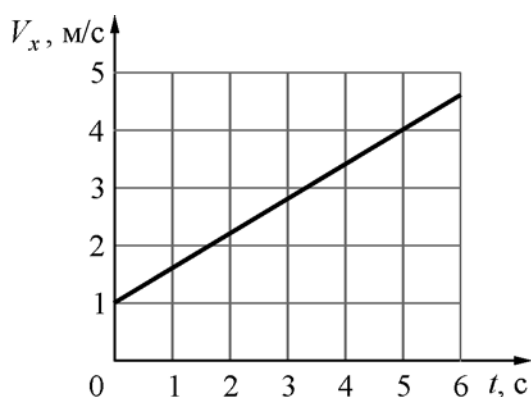
**Молярная масса**

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. Единицы измерения физических величин писать не нужно**

- 1** Частица движется в плоскости  $XOY$ . На левом рисунке представлен график зависимости от времени проекции скорости  $V_x$  этой частицы на ось  $OX$ , а на правом рисунке – график зависимости от времени проекции скорости  $V_y$  этой частицы на ось  $OY$ . Чему равен модуль скорости данной частицы в момент времени  $t = 5$  с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 2** Штангист-тяжеловес массой 160 кг отрывает от помоста штангу массой 220 кг и начинает поднимать её. В некоторый момент ускорение штанги направлено вертикально вверх и равно по модулю  $0,1 \text{ м/с}^2$ . Определите модуль силы, с которой в этот момент ноги штангиста давят на помост вертикально вниз.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 3** Слон поднимает бревно массой 200 кг на высоту 4 м за 8 с. Какую среднюю полезную мощность развивает при этом животное?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

4

Школьник проводит опыты с пружинным пистолетом. Он заряжает в пистолет стальной шарик и стреляет им, измеряя зависимость модуля скорости  $V$  шарика в момент его вылета из пистолета от величины  $\Delta x$  сжатия пружины перед выстрелом. Жёсткость пружины 100 Н/м, масса шарика 20 г. После полного распрямления пружины шарик сразу же вылетает из ствола пистолета. Полученные школьником результаты приведены в таблице.

$\Delta x$ , см	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
$V$ , м/с	0,632	1,342	2,050	2,757	3,464	4,171	4,879	5,586

Выберите все верные утверждения о результатах этих опытов на основании данных, содержащихся в таблице.

- 1) Для того чтобы сжать пружину пистолета на максимальную величину 8 см, необходимо приложить минимальную силу 6 Н.
- 2) Если начальное сжатие пружины равно 5 см, то модуль импульса шарика в момент вылета из пистолета превышает 0,05 кг·м/с.
- 3) Модуль скорости  $V$  шарика прямо пропорционален величине  $\Delta x$  сжатия пружины.
- 4) Трение пружины и шарика о ствол пистолета отсутствует.
- 5) Если начальное сжатие пружины равно 3 см, то в процессе выстрела выделяется количество теплоты примерно 3 мДж.

Ответ: \_\_\_\_\_.

5

Дорожный рабочий хочет сдвинуть лежащий на земле тяжёлый камень. Для этого он подсовывает под камень конец стального лома и действует руками на его середину. Однако камень оказывается слишком тяжёлым и не сдвигается. Тогда рабочий, не смещая лом, начинает давить на другой конец лома, расположив руки дальше от точки опоры лома. Модуль и направление прикладываемой рабочим силы  $\vec{F}$  при этом не изменяются. В результате камень начинает двигаться. Как при второй попытке по сравнению с первой изменяются момент силы  $\vec{F}$  относительно точки опоры лома и плечо силы, с которой камень действует на лом, относительно точки опоры лома?

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.

Момент силы $\vec{F}$ относительно точки опоры лома	Плечо силы, с которой камень действует на лом, относительно точки опоры лома

- 6** Маленький камень массой  $m$  брошен с начальной высотой  $h$  над землёй с начальной скоростью  $V_0$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче ( $g$  – ускорение свободного падения). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

**ФОРМУЛА**

- |   |   |
|---|---|
| <p>А) минимальный модуль импульса камня в течение его полета</p> <p>Б) максимальная высота подъёма камня над землёй</p> | <p>1) <math>h + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}</math></p> <p>2) <math>\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}</math></p> <p>3) <math>mV_0 \cos \alpha</math></p> <p>4) <math>mV_0 \sin \alpha</math></p> |
|---|---|

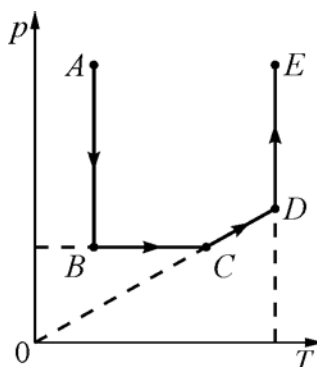
Ответ:

А	Б

- 7** В сосуде содержится в равновесном состоянии смесь гелия и аргона. При этом парциальное давление гелия в 2 раза больше, чем парциальное давление аргона. Во сколько раз масса аргона, находящегося в этом сосуде, превышает массу находящегося в нём гелия?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 8** Чему равна работа, совершённая газом в процессе  $CD$  (см. рисунок), если он получил в этом процессе количество теплоты 40 кДж?

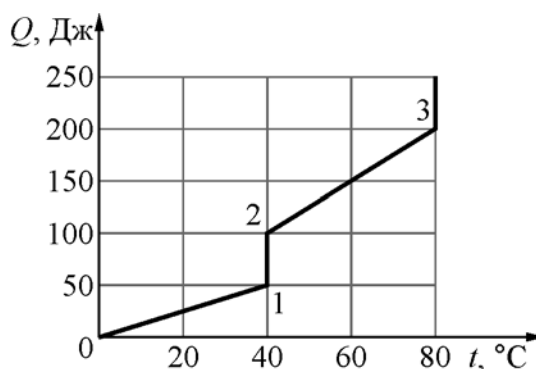


Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 9 За один цикл своей работы в тепловом двигателе газ отдал холодильнику количество теплоты, равное 30 кДж. Какую работу совершает этот двигатель за 3 цикла, если его КПД равен 40 %?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 10 Образец вещества нагревают в печи. На графике представлена зависимость поглощённого этим образцом количества теплоты  $Q$  от температуры образца  $t$ . Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. В начале процесса образец находился в твёрдом состоянии.



- 1) Температура кипения вещества равна 40 °С.
- 2) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать количество теплоты 50 Дж.
- 3) В состоянии 3 вещество полностью испарилось.
- 4) В процессе 1–2 внутренняя энергия вещества увеличивается.
- 5) В процессе 2–3 часть вещества находится в твёрдой фазе, а часть – в жидкой фазе.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 11 В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его объём? 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.

Температура гелия	Объём гелия

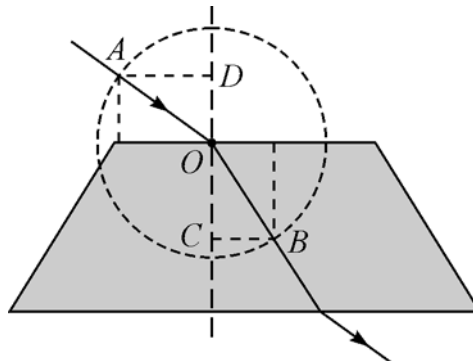
- 12** К источнику с каким напряжением нужно подключить батарею из двух последовательно соединённых конденсаторов, чтобы заряд первого из них был равен  $12 \text{ мкКл}$ ? Ёмкость первого конденсатора равна  $3 \text{ мкФ}$ , второго –  $2 \text{ мкФ}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

- 13** Протон движется по окружности в однородном магнитном поле. Во сколько раз увеличится модуль ускорения протона, если его кинетическую энергию уменьшить в 4 раза, а модуль индукции магнитного поля увеличить в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз(а).

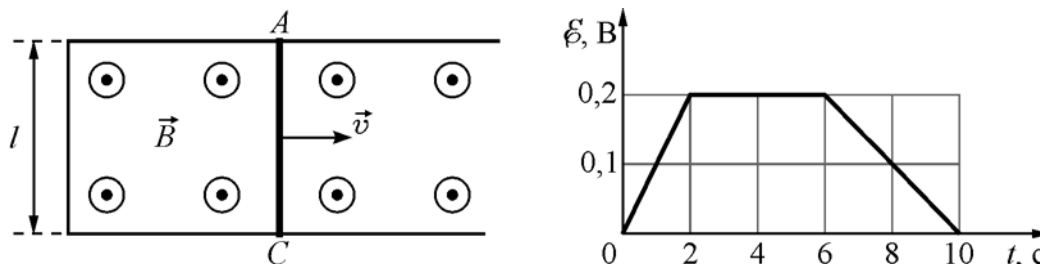
- 14** На рисунке показан ход светового луча через прозрачную пластину, находящуюся в воздухе. Точка  $O$  – центр окружности. Известны расстояния  $AD = 8 \text{ см}$  и  $BC = 5 \text{ см}$ . Чему равен показатель преломления материала пластины?



Ответ: \_\_\_\_\_.



- 15** По закреплённому П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, перемещают проводящую перемычку  $AC$  (см. рис. слева). На графике (см. рис. справа) приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при её движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен  $B = 0,2$  Тл, длина перемычки  $l = 10$  см, её сопротивление  $5$  Ом.



- 1) В интервале времени от 2 до 4 с мощность тока в перемычке была равна 8 мВт.
- 2) Через 6 с перемычка начала двигаться в противоположную сторону.
- 3) В момент времени 4 с скорость перемычки была равна 10 м/с.
- 4) Максимальная сила тока в перемычке была равна 40 мА.
- 5) В перемычке ток течёт от  $C$  к  $A$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 16** Плоский воздушный конденсатор всё время подключён к аккумулятору. Внутри конденсатора параллельно его обкладкам помещают металлическую пластинку, площадь которой равна площади обкладок конденсатора, а толщина в 3 раза меньше расстояния между обкладками. Как при этом изменятся ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

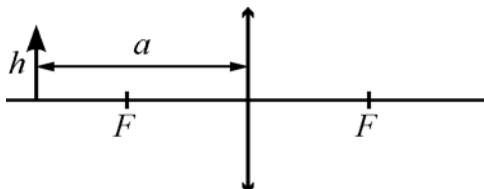
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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 на обкладках конденсатора

- 17** Предмет высотой  $h$  расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $a$  от плоскости линзы (см. рисунок). Фокусное расстояние линзы равно  $F$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

- А) высота изображения предмета
- Б) расстояние от линзы до изображения

**ФОРМУЛА**

- 1)  $\frac{F^2}{a - F}$
- 2)  $\frac{hF}{a - F}$
- 3)  $\frac{aF}{a - F}$
- 4)  $\frac{ha}{a - F}$

Ответ:

А	Б

- 18** Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение частоты электромагнитного рентгеновского излучения в дефектоскопе к частоте электромагнитного рентгеновского излучения в медицинском аппарате.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 19** Большое число  $N$  радиоактивных ядер  ${}^{203}_{80}\text{Hg}$  распадается, образуя стабильные дочерние ядра  ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ . Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 93,2 суток, а дочерних – появится за 139,8 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ
А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 93,2 суток	1) $\frac{N}{8}$
Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 139,8 суток	2) $\frac{N}{4}$
	3) $\frac{3N}{4}$
	4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

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

- 1) При увеличении скорости движущегося тела равнодействующая приложенных к нему сил совершает положительную работу.
- 2) При подъёме чугунной гири с пола на стол её внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Количество теплоты, выделяющееся при разрядке конденсатора, зависит только от его заряда.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло длина волны уменьшается.
- 5) Нейтральный атом лития  ${}^7_3\text{Li}$  содержит 7 электронов.

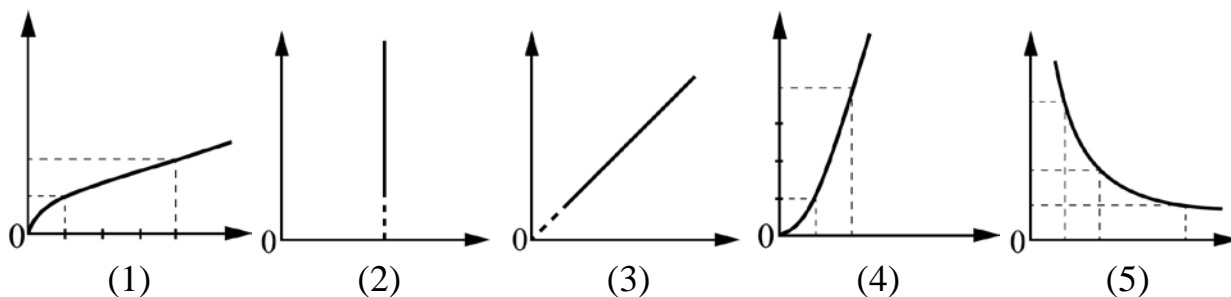
Ответ: \_\_\_\_\_.

**21**

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость потенциальной энергии упругой пружины от её растяжения;
- Б) зависимость средней кинетической энергии теплового движения молекул идеального газа от абсолютной температуры газа;
- В) зависимость сопротивления медного цилиндрического проводника постоянной длины от площади его поперечного сечения.

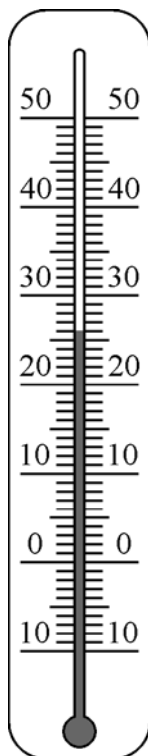
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В выберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

	А	Б	В

- 22 На рисунке изображён термометр, с помощью которого измеряют температуру в помещении по шкале Цельсия. Чему равна абсолютная температура в помещении? Погрешность измерения равна цене деления термометра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) К.

- 23 Нужно провести лабораторную работу по обнаружению 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	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	1,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,0 мм	Медь

Ответ:

--	--

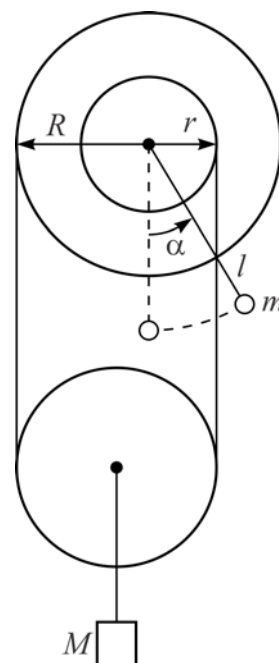
## Часть 2

*Для записи ответов на задания 24–30 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

- 24** Под прозрачный колпак вакуумного насоса помещён смоченный водой комочек ваты и напущено немного дыма от горящей спички. Если включить насос и начать откачивать воздух, то становится видно, что через небольшое время под колоколом образуется туман. В отсутствие дыма от спички этот опыт не получается. Почему при откачивании воздуха под колоколом появляется туман? Какую роль в процессе его образования играет дым от спички? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

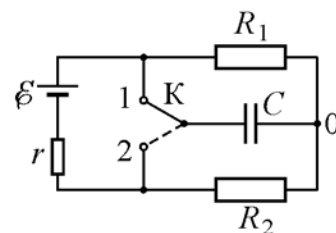
*Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

- 25** В механической системе, изображённой на рисунке, двухступенчатый блок с радиусами  $r = 10$  см и  $R = 20$  см может вращаться без трения вокруг неподвижной горизонтальной оси. К блоку прикреплена лёгкая штанга длиной  $l = 30$  см, на конце которой расположен маленький груз массой  $m$ , а на ступени блока намотана невесомая нерастяжимая нить, концы которой закреплены на блоке. На нити под этим блоком висит очень лёгкий подвижный блок радиусом 15 см, который может вращаться без трения вокруг своей оси, к которой подвешен груз массой  $M = 1$  кг. Вначале штангу удерживали в вертикальном положении, а затем отпустили, и после затухания колебаний в системе штанга в положении равновесия оказалась отклонённой от вертикали на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Чему равна масса груза  $m$ ?



26

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, к батарее с ЭДС  $\varepsilon = 9$  В и внутренним сопротивлением  $r = 100$  Ом присоединена последовательно цепь, состоящая из двух резисторов сопротивлениями  $R_1 = 1,5$  кОм и  $R_2 = 2,4$  кОм. К точке 0 цепи между резисторами присоединен конденсатор ёмкостью  $C = 4$  мкФ, другой контакт которого при помощи ключа К может подключаться либо к точке 1, либо к точке 2 цепи. На сколько изменяется заряд  $Q$  конденсатора при переключении ключа из положения «1» в положение «2», если в обоих положениях процессы зарядки и перезарядки уже закончились? Ответ укажите с учётом знака.

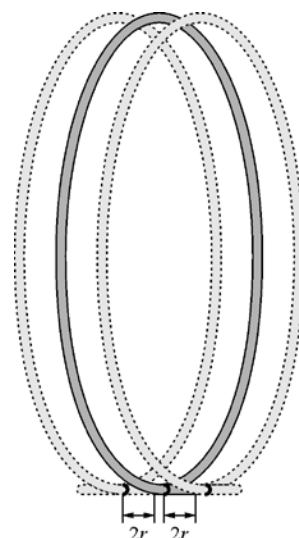


27

В закрытом горизонтальном цилиндре длиной  $l = 0,6$  м, разделённом на две части тонким поршнем, который может двигаться без трения, находится идеальный газ при температуре  $T_1 = 0$  °С и давлении  $p_1 = 10^5$  Па в количествах  $\nu_1 = 1$  моль слева и  $\nu_2 = 2$  моля справа от поршня. В левую часть цилиндра впрыснули  $\nu_3 = 0,1$  моля жидкой воды, а затем нагрели всю систему до температуры  $T_2 = 100$  °С. На сколько и в какую сторону сдвинулся поршень в результате установления равновесия?

28

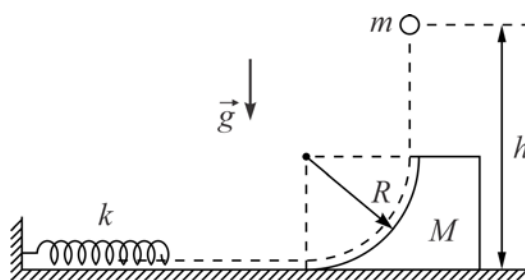
Длинная медная проволока диаметром  $2r = 0,2$  мм намотана плотно, виток к витку, на очень лёгкий цилиндрический каркас диаметром  $D = 10$  мм. Число витков равно  $N = 1000$ , толщиной изоляции проволоки можно пренебречь. Получившаяся катушка подвешена на одинаковых жёстких вертикальных проводящих выводах, присоединённых к концам обмотки. В исходном положении ось каркаса горизонтальна, плоскости витков вертикальны. Выводы могут присоединяться к идеальной батарее с ЭДС  $\varepsilon = 9$  В через ключ. На какой угол  $\alpha$  отклонится после замыкания ключа плоскость, в которой лежит ось катушки с выводами, если вся система находится в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл? Удельное сопротивление меди  $\rho = 0,0175$  Ом·мм<sup>2</sup>/м, плотность меди  $P = 8,92 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.



*Указание:* Каждый виток катушки на самом деле не является плоским. Но его можно модельно представить в виде круглого плоского кольца, перпендикулярного оси катушки. Это кольцо разрезано в некоторой точке и соединено слева и справа с такими же соседними разрезанными кольцами при помощи коротких отрезков провода длиной  $\Delta l = 2r$ , причём все эти отрезки провода направлены вдоль оси катушки (см. рисунок, в нижней части которого показаны места разрезов колец и короткие горизонтальные участки провода, соединяющие соседние кольца).

**29** Школьник наблюдает, как его отец занимается подводной охотой в спокойной прозрачной речке. Сверху видно, что на расстоянии  $L = 5$  м от маски, надетой на голову отца, на той же глубине под водой находится щука, которую отец собрался подстрелить из подводного ружья. На каком расстоянии  $l$  от себя отец видит эту щуку через плоскопараллельное тонкое стекло своей маски, заполненной внутри воздухом? Показатель преломления воды  $n = 1,33$ , щука расположена прямо перед охотником, его глаза находятся вблизи стекла маски.

**30** С высоты  $h = 1$  м над горизонтальной плоскостью падает без начальной скорости маленькое тело массой  $m = 100$  г и попадает на высоте  $R = h/2$  в начальную вертикальную часть гладкого жёлоба в виде четверти окружности радиусом  $R$ . Жёлоб вырезан в твёрдой подставке массой  $M = 300$  г, которая может скользить без трения по плоскости и до падения тела была неподвижной (см. рисунок). После того как тело покидает подставку, оно подлетает к свободному концу лёгкой горизонтальной пружины жёсткостью  $k = 160$  Н/м, другой конец которой закреплён, двигаясь в направлении оси этой пружины. Какова будет после этого максимальная деформация  $x$  пружины?





## Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

20 апреля 2023 года

Вариант ФИ2210502

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 30 заданий.

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 24–30 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	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
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	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		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

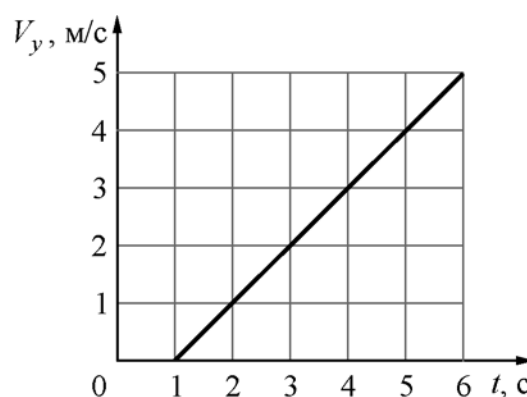
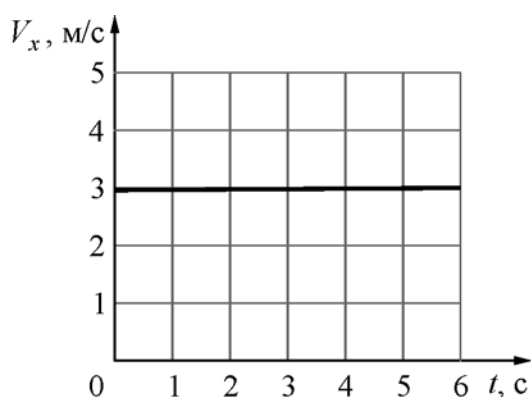
**Молярная масса**

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 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно*

- 1** Частица движется в плоскости  $XOY$ . На левом рисунке представлен график зависимости от времени проекции скорости  $V_x$  этой частицы на ось  $OX$ , а на правом рисунке – график зависимости от времени проекции скорости  $V_y$  этой частицы на ось  $OY$ . Чему равен модуль скорости данной частицы в момент времени  $t = 5$  с?



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 2** Штангист полулёгкого веса массой 60 кг отрывает от помоста штангу массой 140 кг и начинает поднимать её. В некоторый момент ускорение штанги направлено вертикально вверх и равно по модулю  $0,2$  м/с<sup>2</sup>. Определите модуль силы, с которой в этот момент ноги штангиста давят на помост вертикально вниз.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 3** Вьючный осёл, идущий по горной тропе, поднимает тюк массой 30 кг на высоту 120 м за 2 часа. Какую среднюю полезную мощность развивает при этом животное?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

4

Школьник проводит опыты с пружинным пистолетом. Он заряжает в пистолет стальной шарик и стреляет им, измеряя зависимость модуля скорости  $V$  шарика в момент его вылета из пистолета от величины  $\Delta x$  сжатия пружины перед выстрелом. Жёсткость пружины 80 Н/м, масса шарика 30 г. После полного распрямления пружины шарик сразу же вылетает из ствола пистолета. Полученные школьником результаты приведены в таблице.

$\Delta x$ , см	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
$V$ , м/с	0,365	0,894	1,414	1,932	2,450	2,967	3,483	4,000

Выберите все верные утверждения о результатах этих опытов на основании данных, содержащихся в таблице.

- 1) Когда пружина пистолета сжата на максимальную величину 8 см, в ней запасена потенциальная энергия 256 мДж.
- 2) Если начальное сжатие пружины равно 5 см, то модуль импульса шарика в момент вылета из пистолета меньше 0,05 кг·м/с.
- 3) Модуль скорости  $V$  шарика убывает при возрастании величины  $\Delta x$  сжатия пружины.
- 4) Трение пружины и шарика о ствол пистолета отсутствует.
- 5) Если начальное сжатие пружины равно 2 см, то в процессе выстрела выделяется количество теплоты 4 мДж.

Ответ: \_\_\_\_\_.

5

Строитель приподнимает с земли тяжёлое бревно для того, чтобы помощник мог пропустить под ним трос. Для этого строитель подсовывает под бревно конец стального лома и давит руками на его другой конец. Второе бревно оказывается более тяжёлым, и для того, чтобы его приподнять, строителю приходится давить на другой конец лома с большей по модулю силой. При этом направление прикладываемой строителем силы  $\vec{F}$ , расположение точки опоры лома относительно бревна и рук строителя относительно лома не изменяется. Как при подъёме второго бревна по сравнению с первым изменяются момент силы  $\vec{F}$  относительно точки опоры лома и плечо силы  $\vec{F}$  относительно точки опоры лома?

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.

Момент силы $\vec{F}$ относительно точки опоры лома	Плечо силы $\vec{F}$ относительно точки опоры лома

- 6** Маленький камень массой  $m$  брошен с начальной высотой  $h$  над землёй с начальной скоростью  $V_0$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче ( $g$  – ускорение свободного падения). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- |  |  |
|--|--|
| <p>А) модуль импульса камня в момент, когда он снова окажется на высоте <math>h</math> над землёй</p> <p>Б) время от начала полёта до момента, когда кинетическая энергия камня окажется минимальной</p> | <p>1) <math>mV_0</math></p> <p>2) <math>mV_0 \cos \alpha</math></p> <p>3) <math>\frac{2V_0 \sin \alpha}{g}</math></p> <p>4) <math>\frac{V_0 \sin \alpha}{g}</math></p> |
|--|--|

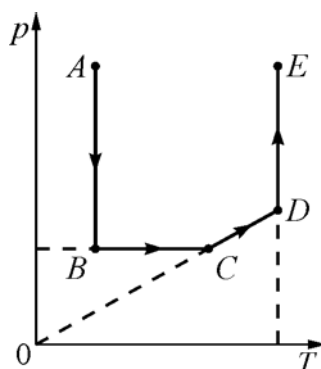
Ответ:

А	Б

- 7** В сосуде содержится в равновесном состоянии смесь гелия и кислорода. При этом масса кислорода в 2 раза больше массы гелия. Во сколько раз парциальное давление гелия в этом сосуде превышает парциальное давление кислорода?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 8** В процессе  $BC$  (см. рисунок) идеальный одноатомный газ совершил работу 60 кДж. Чему равно изменение его внутренней энергии в этом процессе?

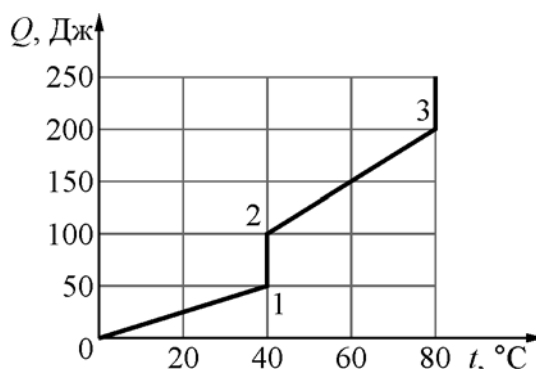


Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

**9** За 4 цикла своей работы тепловой двигатель совершил работу 120 кДж. Какое количество теплоты газ отдаёт холодильнику за один цикл, если КПД двигателя равен 60 %?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

**10** Образец вещества нагревают в печи. На графике представлена зависимость поглощённого этим образцом количества теплоты  $Q$  от температуры образца  $t$ . Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. В начале процесса образец находился в твёрдом состоянии.



- 1) Температура плавления вещества равна 40 °С.
- 2) Для того чтобы нагреть полностью расплавленное вещество до температуры кипения необходимо передать ему количество теплоты 100 Дж.
- 3) В состоянии 2 вещество находится в твёрдой фазе.
- 4) В процессе 2–3 внутренняя энергия вещества уменьшается.
- 5) В процессе 0–1 часть вещества находится в твёрдой фазе, а часть – в жидкой фазе.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**11** В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного аргона уменьшается. Как изменяются при этом температура аргона 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.

Температура аргона	Давление аргона

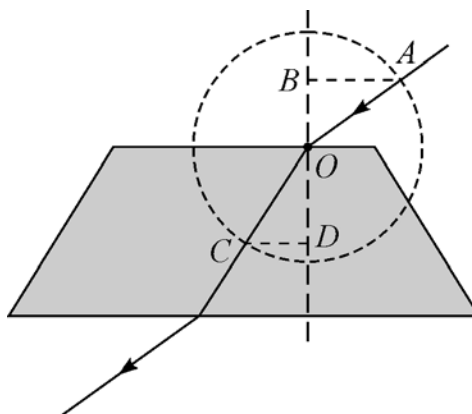
- 12** Батарея из двух последовательно соединённых конденсаторов подключена к источнику напряжения 5 В. Ёмкость первого конденсатора равна 8 мкФ, второго – 2 мкФ. Чему равен заряд второго конденсатора?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкКл.

- 13** Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Во сколько раз уменьшится модуль ускорения электрона, если уменьшить в 4 раза его кинетическую энергию и во столько же раз уменьшить модуль индукции магнитного поля?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз(а).

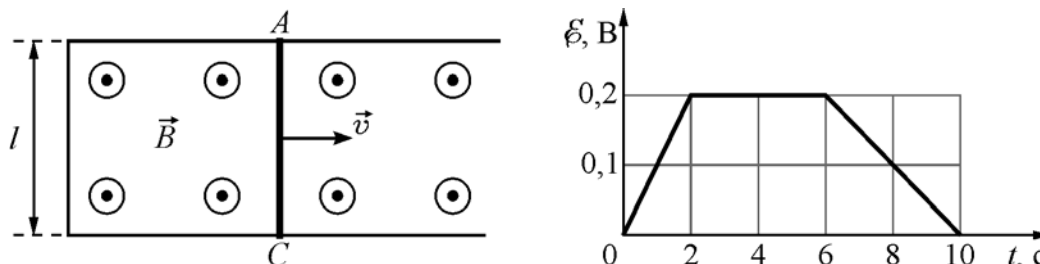
- 14** На рисунке показан ход луча света через прозрачную призму, находящуюся в воздухе. Точка  $O$  – центр окружности. Известны расстояния  $AB = 14$  см и  $CD = 10$  см. Чему равен показатель преломления материала призмы?



Ответ: \_\_\_\_\_.



- 15** По закреплённому П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, перемещают проводящую перемычку  $AC$  (см. рис. слева). На графике (см. рис. справа) приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при её движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен  $B = 0,2$  Тл, длина перемычки  $l = 10$  см, её сопротивление  $5$  Ом.



- 1) В интервале времени от 4 до 6 с мощность тока в перемычке была равна 4 мВт.
- 2) Модуль ускорения перемычки в интервале времени от 0 до 2 с в два раза больше модуля ускорения перемычки в интервале времени от 6 до 10 с.
- 3) В момент времени 5 с скорость перемычки была равна 10 м/с.
- 4) Максимальная сила тока в перемычке равна 20 мА.
- 5) В перемычке ток течёт от  $A$  к  $C$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

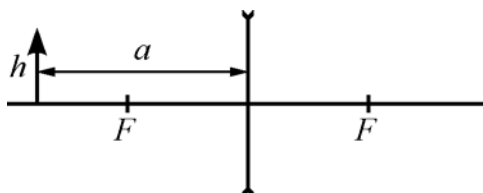
- 16** Плоский воздушный конденсатор всё время подключён к аккумулятору. Внутри конденсатора параллельно его обкладкам помещают металлическую пластинку, площадь которой равна площади обкладок конденсатора, а толщина в 2 раза меньше расстояния между обкладками. Как при этом изменятся напряжение на конденсаторе и энергия электрического поля конденсатора? 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 конденсаторе	Энергия электрического поля конденсатора

- 17** Предмет высотой  $h$  расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы на расстоянии  $a$  от плоскости линзы (см. рисунок). Модуль фокусного расстояния линзы равен  $F$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) высота изображения предмета	1) $\frac{aF}{a - F}$
Б) расстояние от линзы до изображения	2) $\frac{hF}{a - F}$
	3) $\frac{aF}{a + F}$
	4) $\frac{hF}{a + F}$

Ответ:

А	Б

- 18** Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение длины волны электромагнитного рентгеновского излучения в дефектоскопе к длине волны электромагнитного рентгеновского излучения в медицинском аппарате.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**19** Большое число  $N$  радиоактивных ядер  ${}^{203}_{80}\text{Hg}$  распадается, образуя стабильные дочерние ядра  ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ . Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 139,8 суток, а дочерних – появится за 186,4 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

## ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЗНАЧЕНИЕ  
ФИЗИЧЕСКОЙ  
ВЕЛИЧИНЫ

- |   |                     |
|---|---------------------|
| А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 139,8 суток | 1) $\frac{N}{8}$    |
| Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 186,4 суток | 2) $\frac{N}{16}$   |
|   | 3) $\frac{15N}{16}$ |
|   | 4) $\frac{7N}{8}$   |

Ответ:

А	Б

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

- 1) При уменьшении скорости движущегося тела равнодействующая приложенных к нему сил совершает отрицательную работу.
- 2) При отвердевании порции жидкой воды её внутренняя энергия не изменяется.
- 3) Количество теплоты, выделяющееся при разрядке конденсатора, зависит только от напряжения между его обкладками.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло частота волны уменьшается.
- 5) Нейтральный атом лития  ${}^7_3\text{Li}$  содержит 3 электрона.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**21**

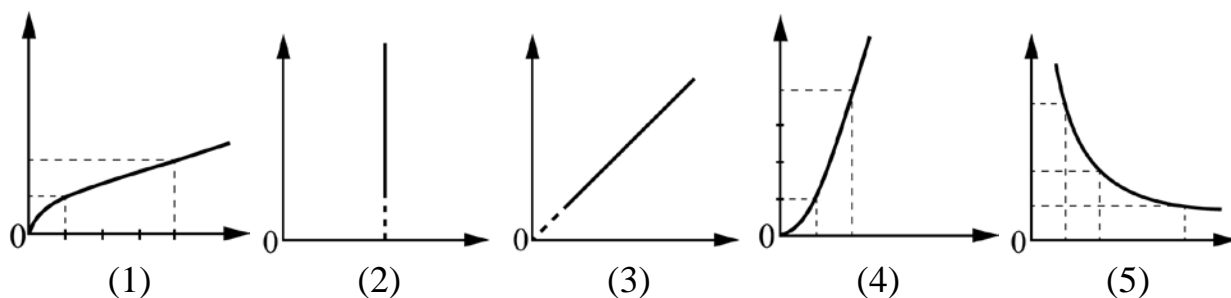
Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля силы Архимеда, действующей на полностью погружённое в жидкость тело, от плотности жидкости;

Б) зависимость давления идеального газа от его абсолютной температуры в изохорном процессе;

В) зависимость модуля импульса фотона от длины волны излучения.

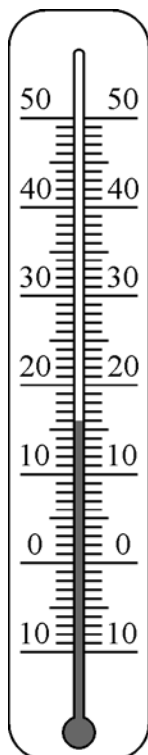
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В выберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

- 22 На рисунке изображён термометр, с помощью которого измеряют температуру в помещении по шкале Цельсия. Чему равна абсолютная температура в помещении? Погрешность измерения равна цене деления термометра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) К.

- 23 Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления цилиндрического проводника от его длины. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	2,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,0 мм	Медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

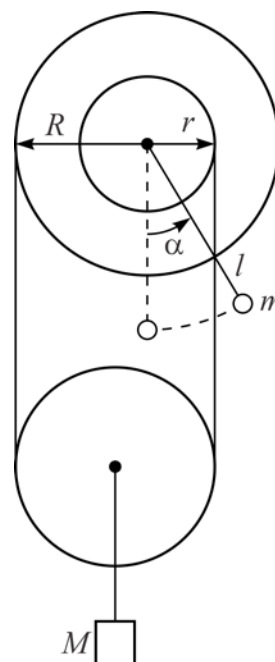
## Часть 2

*Для записи ответов на задания 24–30 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

- 24** Под прозрачный колпак вакуумного насоса помещён смоченный водой комочек ваты и напущено немного дыма от горящей спички. После включения насоса и откачивания части воздуха под колоколом образуется туман. Если после этого прекратить откачку и напустить под колокол воздух, то туман почти мгновенно исчезнет. Опыт показывает, что в отсутствие дыма от спички туман под колоколом при откачивании воздуха не образуется. Почему при напуске под колокол воздуха туман исчезает? Какую роль в процессе образования тумана играет дым от спички? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

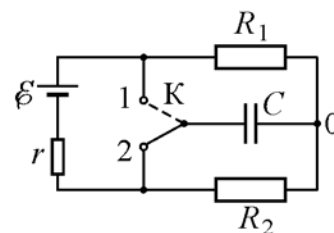
*Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

- 25** В механической системе, изображённой на рисунке, двухступенчатый блок с радиусами  $r = 10$  см и  $R = 20$  см может вращаться без трения вокруг неподвижной горизонтальной оси. К блоку прикреплена лёгкая штанга длиной  $l = 25$  см, на конце которой расположен маленький груз массой  $m = 400$  г, а на ступени блока намотана невесомая нерастяжимая нить, концы которой закреплены на блоке. На нити под этим блоком висит очень лёгкий подвижный блок радиусом 15 см, который может вращаться без трения вокруг своей оси, к которой подвешен груз массой  $M = 0,9$  кг. Вначале штангу удерживали в вертикальном положении, а затем отпустили, и после затухания колебаний в системе штанга в положении равновесия оказалась отклонённой от вертикали на угол  $\alpha$ . Чему равен этот угол?



26

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, к батарее с ЭДС  $\varepsilon = 12$  В и внутренним сопротивлением  $r = 200$  Ом присоединена последовательно цепь, состоящая из двух резисторов сопротивлениями  $R_1 = 2$  кОм и  $R_2 = 1,4$  кОм. К точке 0 цепи между резисторами присоединен конденсатор ёмкостью  $C = 10$  мкФ, другой контакт которого при помощи ключа К может подключаться либо к точке 1, либо к точке 2 цепи. На сколько изменяется заряд  $Q$  конденсатора при переключении ключа из положения «2» в положение «1», если в обоих положениях процессы зарядки и перезарядки уже закончились? Ответ укажите с учётом знака.

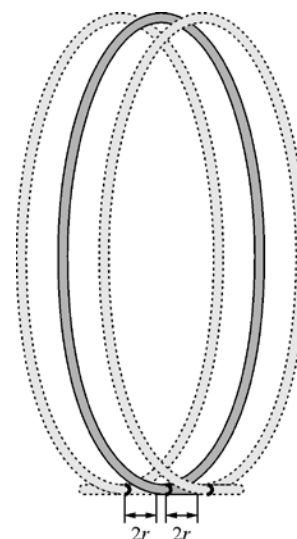


27

В закрытом горизонтальном цилиндре длиной  $l = 0,9$  м, разделённом на две части тонким поршнем, который может двигаться без трения, находится идеальный газ при температуре  $T_1 = 0$  °С и давлении  $p_1 = 10^5$  Па в количествах  $\nu_1 = 2,5$  моля слева и  $\nu_2 = 1,25$  моля справа от поршня. В правую часть цилиндра впрыснули  $\nu_3 = 0,15$  моля жидкой воды, а затем нагрели всю систему до температуры  $T_2 = 100$  °С. На сколько и в какую сторону сдвинулся поршень в результате установления равновесия?

28

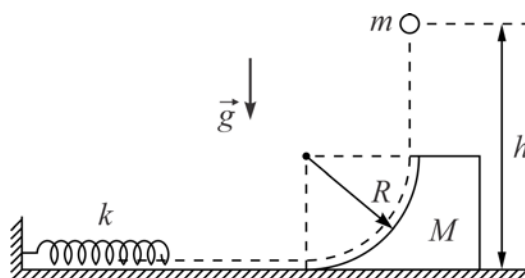
Длинная медная проволока диаметром  $2r = 0,3$  мм намотана плотно, виток к витку, на очень лёгкий цилиндрический каркас диаметром  $D = 20$  мм. Число витков равно  $N = 800$ , толщиной изоляции проволоки можно пренебречь. Получившаяся катушка подвешена на одинаковых жёстких вертикальных проводящих выводах, присоединённых к концам обмотки. В исходном положении ось каркаса горизонтальна, плоскости витков вертикальны. Выводы могут присоединяться к идеальной батарее с ЭДС  $\varepsilon = 12$  В через ключ. Плоскость, в которой лежит ось катушки с выводами, после замыкания ключа отклоняется после установления равновесия на угол  $\alpha = 45^\circ$  от вертикали. Чему равен модуль  $B$  вектора магнитной индукции? Удельное сопротивление меди  $\rho = 0,0175$  Ом·мм<sup>2</sup>/м, плотность меди  $P = 8,92 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.



*Указание:* Каждый виток катушки на самом деле не является плоским. Но его можно модельно представить в виде круглого плоского кольца, перпендикулярного оси катушки. Это кольцо разрезано в некоторой точке и соединено слева и справа с такими же соседними разрезанными кольцами при помощи коротких отрезков провода длиной  $\Delta l = 2r$ , причём все эти отрезки провода направлены вдоль оси катушки (см. рисунок, в нижней части которого показаны места разрезов колец и короткие горизонтальные участки провода, соединяющие соседние кольца).

**29** Школьник наблюдает, как его отец занимается подводной охотой в спокойной прозрачной речке. Сверху видно, что на некотором расстоянии  $L$  от маски, надетой на голову отца, на той же глубине под водой находится щука, которую отец собрался подстрелить из подводного ружья. Он смотрит на эту щуку под водой через плоскопараллельное тонкое стекло своей маски, заполненной внутри воздухом, и видит рыбу прямо перед собой на расстоянии  $l = 2,5$  м от себя. Чему равно  $L$ ? Показатель преломления воды  $n = 1,33$ , глаза охотника находятся вблизи стекла маски.

**30** С высоты  $h$  над горизонтальной плоскостью падает без начальной скорости маленькое тело массой  $m = 50$  г и попадает на высоте  $R = h/2$  в начальную вертикальную часть гладкого жёлоба в виде четверти окружности радиусом  $R$ . Жёлоб вырезан в твёрдой подставке массой  $M = 0,5$  кг, которая может скользить без трения по плоскости и до падения тела была неподвижной (см. рисунок). После того как тело покидает подставку, оно подлетает к свободному концу лёгкой горизонтальной пружины жёсткостью  $k = 100$  Н/м, другой конец которой закреплён, двигаясь в направлении оси этой пружины. Максимальная деформация пружины после этого оказывается равной  $x = 10$  см. Найдите высоту  $h$ .





## Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

20 апреля 2023 года

Вариант ФИ2210503

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 30 заданий.

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 24–30 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	$10^9$	сантиметры	см	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	мм	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
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	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древеси́ны (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		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

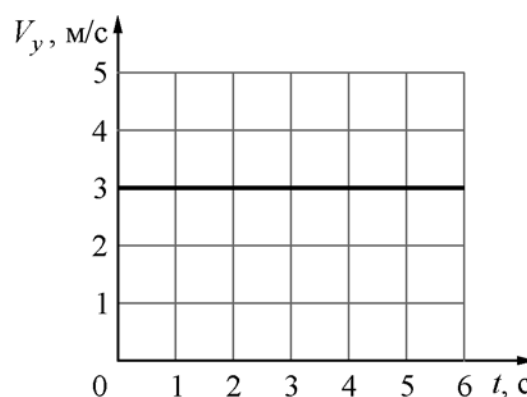
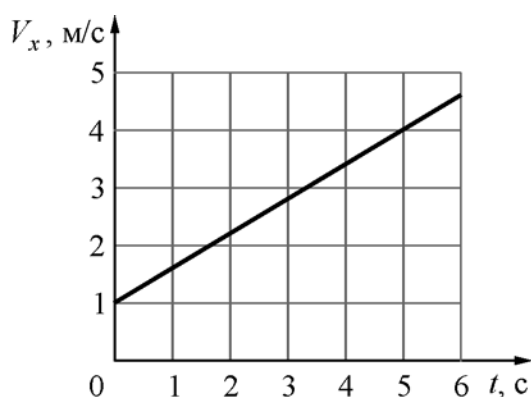
**Молярная масса**

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 1–23 являются число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно*

- 1** Частица движется в плоскости  $XOY$ . На левом рисунке представлен график зависимости от времени проекции скорости  $V_x$  этой частицы на ось  $OX$ , а на правом рисунке – график зависимости от времени проекции скорости  $V_y$  этой частицы на ось  $OY$ . Чему равен модуль скорости данной частицы в момент времени  $t = 5$  с?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 2** Штангист полулёгкого веса массой 60 кг отрывает от помоста штангу массой 140 кг и начинает поднимать её. В некоторый момент ускорение штанги направлено вертикально вверх и равно по модулю  $0,2 \text{ м/с}^2$ . Определите модуль силы, с которой в этот момент ноги штангиста давят на помост вертикально вниз.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 3** Слон поднимает бревно массой 200 кг на высоту 4 м за 8 с. Какую среднюю полезную мощность развивает при этом животное?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

4

Школьник проводит опыты с пружинным пистолетом. Он заряжает в пистолет стальной шарик и стреляет им, измеряя зависимость модуля скорости  $V$  шарика в момент его вылета из пистолета от величины  $\Delta x$  сжатия пружины перед выстрелом. Жёсткость пружины 80 Н/м, масса шарика 30 г. После полного распрямления пружины шарик сразу же вылетает из ствола пистолета. Полученные школьником результаты приведены в таблице.

$\Delta x$ , см	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
$V$ , м/с	0,365	0,894	1,414	1,932	2,450	2,967	3,483	4,000

Выберите все верные утверждения о результатах этих опытов на основании данных, содержащихся в таблице.

- 1) Когда пружина пистолета сжата на максимальную величину 8 см, в ней запасена потенциальная энергия 256 мДж.
- 2) Если начальное сжатие пружины равно 5 см, то модуль импульса шарика в момент вылета из пистолета меньше 0,05 кг·м/с.
- 3) Модуль скорости  $V$  шарика убывает при возрастании величины  $\Delta x$  сжатия пружины.
- 4) Трение пружины и шарика о ствол пистолета отсутствует.
- 5) Если начальное сжатие пружины равно 2 см, то в процессе выстрела выделяется количество теплоты 4 мДж.

Ответ: \_\_\_\_\_.

5

Дорожный рабочий хочет сдвинуть лежащий на земле тяжёлый камень. Для этого он подсовывает под камень конец стального лома и действует руками на его середину. Однако камень оказывается слишком тяжёлым и не сдвигается. Тогда рабочий, не смещая лом, начинает давить на другой конец лома, расположив руки дальше от точки опоры лома. Модуль и направление прикладываемой рабочей силы  $\vec{F}$  при этом не изменяются. В результате камень начинает двигаться. Как при второй попытке по сравнению с первой изменяются момент силы  $\vec{F}$  относительно точки опоры лома и плечо силы, с которой камень действует на лом, относительно точки опоры лома?

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.

Момент силы $\vec{F}$ относительно точки опоры лома	Плечо силы, с которой камень действует на лом, относительно точки опоры лома

- 6** Маленький камень массой  $m$  брошен с начальной высотой  $h$  над землёй с начальной скоростью  $V_0$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче ( $g$  – ускорение свободного падения). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

**ФОРМУЛА**

- А) модуль импульса камня в момент, когда он снова окажется на высоте  $h$  над землёй  
 Б) время от начала полёта до момента, когда кинетическая энергия камня окажется минимальной

- 1)  $mV_0$   
 2)  $mV_0 \cos \alpha$   
 3)  $\frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$   
 4)  $\frac{V_0 \sin \alpha}{g}$

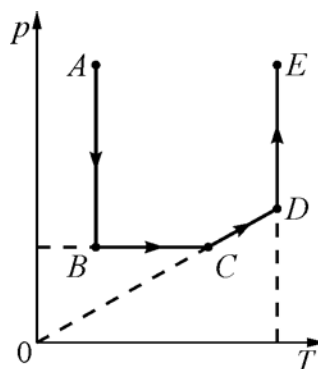
Ответ:

А	Б

- 7** В сосуде содержится в равновесном состоянии смесь гелия и аргона. При этом парциальное давление гелия в 2 раза больше, чем парциальное давление аргона. Во сколько раз масса аргона, находящегося в этом сосуде, превышает массу находящегося в нём гелия?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 8** В процессе  $BC$  (см. рисунок) идеальный одноатомный газ совершил работу 60 кДж. Чему равно изменение его внутренней энергии в этом процессе?

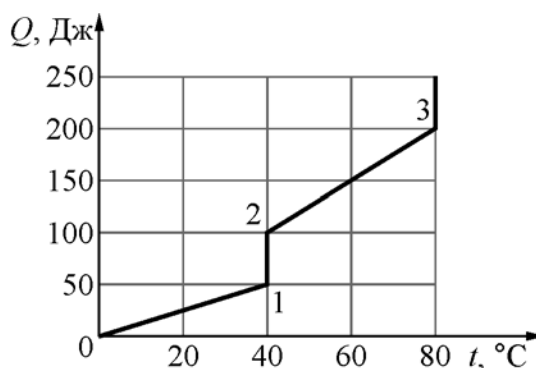


Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 9** За один цикл своей работы в тепловом двигателе газ отдал холодильнику количество теплоты, равное 30 кДж. Какую работу совершает этот двигатель за 3 цикла, если его КПД равен 40 %?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 10** Образец вещества нагревают в печи. На графике представлена зависимость поглощённого этим образцом количества теплоты  $Q$  от температуры образца  $t$ . Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. В начале процесса образец находился в твёрдом состоянии.



- 1) Температура плавления вещества равна 40 °С.
- 2) Для того чтобы нагреть полностью расплавленное вещество до температуры кипения необходимо передать ему количество теплоты 100 Дж.
- 3) В состоянии 2 вещество находится в твёрдой фазе.
- 4) В процессе 2–3 внутренняя энергия вещества уменьшается.
- 5) В процессе 0–1 часть вещества находится в твёрдой фазе, а часть – в жидкой фазе.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 11** В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного гелия увеличивается. Как изменяются при этом температура гелия и его объём? 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.

Температура гелия	Объём гелия

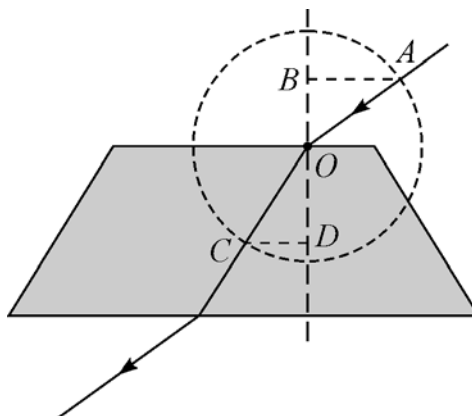
- 12** Батарея из двух последовательно соединённых конденсаторов подключена к источнику напряжения 5 В. Ёмкость первого конденсатора равна 8 мкФ, второго – 2 мкФ. Чему равен заряд второго конденсатора?

Ответ: \_\_\_\_\_ мкКл.

- 13** Протон движется по окружности в однородном магнитном поле. Во сколько раз увеличится модуль ускорения протона, если его кинетическую энергию уменьшить в 4 раза, а модуль индукции магнитного поля увеличить в 4 раза?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз(а).

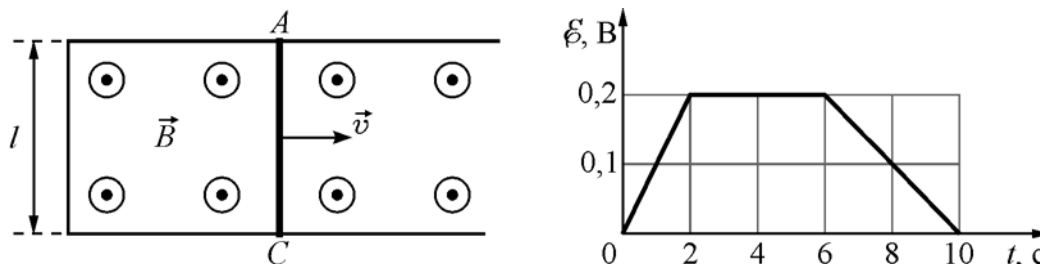
- 14** На рисунке показан ход луча света через прозрачную призму, находящуюся в воздухе. Точка  $O$  – центр окружности. Известны расстояния  $AB = 14$  см и  $CD = 10$  см. Чему равен показатель преломления материала призмы?



Ответ: \_\_\_\_\_.



- 15** По закреплённому П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, перемещают проводящую перемычку  $AC$  (см. рис. слева). На графике (см. рис. справа) приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при её движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен  $B = 0,2$  Тл, длина перемычки  $l = 10$  см, её сопротивление  $5$  Ом.



- 1) В интервале времени от 2 до 4 с мощность тока в перемычке была равна 8 мВт.
- 2) Через 6 с перемычка начала двигаться в противоположную сторону.
- 3) В момент времени 4 с скорость перемычки была равна 10 м/с.
- 4) Максимальная сила тока в перемычке была равна 40 мА.
- 5) В перемычке ток течёт от  $C$  к  $A$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

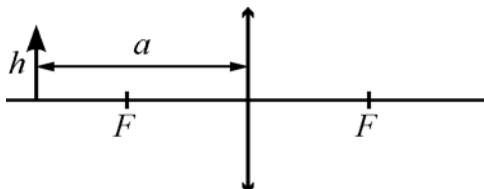
- 16** Плоский воздушный конденсатор всё время подключён к аккумулятору. Внутри конденсатора параллельно его обкладкам помещают металлическую пластинку, площадь которой равна площади обкладок конденсатора, а толщина в 2 раза меньше расстояния между обкладками. Как при этом изменятся напряжение на конденсаторе и энергия электрического поля конденсатора? 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 конденсаторе	Энергия электрического поля конденсатора

- 17** Предмет высотой  $h$  расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии  $a$  от плоскости линзы (см. рисунок). Фокусное расстояние линзы равно  $F$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) высота изображения предмета	1) $\frac{F^2}{a - F}$
Б) расстояние от линзы до изображения	2) $\frac{hF}{a - F}$
	3) $\frac{aF}{a - F}$
	4) $\frac{ha}{a - F}$

Ответ:

А	Б

- 18** Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение длины волны электромагнитного рентгеновского излучения в дефектоскопе к длине волны электромагнитного рентгеновского излучения в медицинском аппарате.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 19** Большое число  $N$  радиоактивных ядер  ${}^{203}_{80}\text{Hg}$  распадается, образуя стабильные дочерние ядра  ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ . Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 93,2 суток, а дочерних – появится за 139,8 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между физическими величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ
А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 93,2 суток	1) $\frac{N}{8}$
Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 139,8 суток	2) $\frac{N}{4}$
	3) $\frac{3N}{4}$
	4) $\frac{7N}{8}$

Ответ:

А	Б

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

- 1) При уменьшении скорости движущегося тела равнодействующая приложенных к нему сил совершает отрицательную работу.
- 2) При отвердевании порции жидкой воды её внутренняя энергия не изменяется.
- 3) Количество теплоты, выделяющееся при разрядке конденсатора, зависит только от напряжения между его обкладками.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло частота волны уменьшается.
- 5) Нейтральный атом лития  ${}^7_3\text{Li}$  содержит 3 электрона.

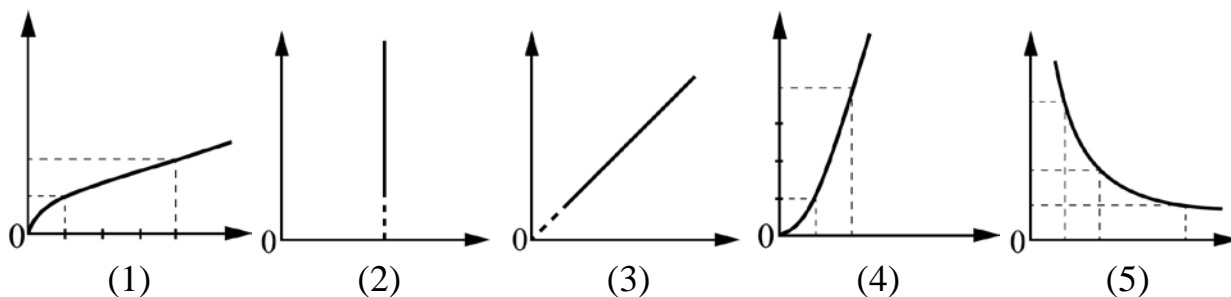
Ответ: \_\_\_\_\_.

**21**

Даны следующие зависимости величин:

- А) зависимость потенциальной энергии упругой пружины от её растяжения;
- Б) зависимость средней кинетической энергии теплового движения молекул идеального газа от абсолютной температуры газа;
- В) зависимость сопротивления медного цилиндрического проводника постоянной длины от площади его поперечного сечения.

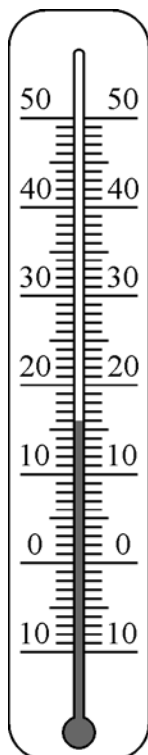
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В выберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

- 22 На рисунке изображён термометр, с помощью которого измеряют температуру в помещении по шкале Цельсия. Чему равна абсолютная температура в помещении? Погрешность измерения равна цене деления термометра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) К.

- 23 Нужно провести лабораторную работу по обнаружению 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	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	1,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,0 мм	Медь

Ответ:

--	--

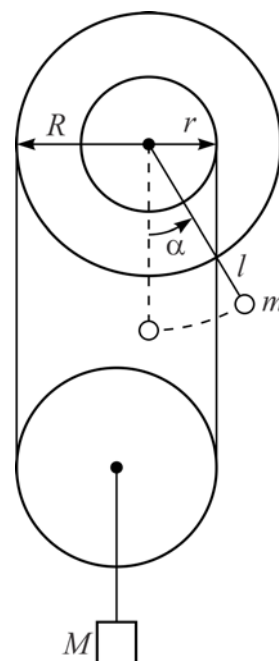
## Часть 2

*Для записи ответов на задания 24–30 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

- 24** Под прозрачный колпак вакуумного насоса помещён смоченный водой комочек ваты и напущено немного дыма от горящей спички. После включения насоса и откачивания части воздуха под колоколом образуется туман. Если после этого прекратить откачку и напустить под колокол воздух, то туман почти мгновенно исчезнет. Опыт показывает, что в отсутствие дыма от спички туман под колоколом при откачивании воздуха не образуется. Почему при напуске под колокол воздуха туман исчезает? Какую роль в процессе образования тумана играет дым от спички? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

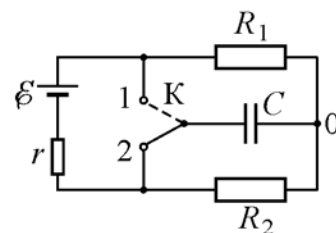
*Полное правильное решение каждой из задач 25–30 должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и при необходимости рисунок, поясняющий решение.*

- 25** В механической системе, изображённой на рисунке, двухступенчатый блок с радиусами  $r = 10$  см и  $R = 20$  см может вращаться без трения вокруг неподвижной горизонтальной оси. К блоку прикреплена лёгкая штанга длиной  $l = 30$  см, на конце которой расположен маленький груз массой  $m$ , а на ступени блока намотана невесомая нерастяжимая нить, концы которой закреплены на блоке. На нити под этим блоком висит очень лёгкий подвижный блок радиусом 15 см, который может вращаться без трения вокруг своей оси, к которой подвешен груз массой  $M = 1$  кг. Вначале штангу удерживали в вертикальном положении, а затем отпустили, и после затухания колебаний в системе штанга в положении равновесия оказалась отклонённой от вертикали на угол  $\alpha = 30^\circ$ . Чему равна масса груза  $m$ ?



26

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, к батарее с ЭДС  $\varepsilon = 12$  В и внутренним сопротивлением  $r = 200$  Ом присоединена последовательно цепь, состоящая из двух резисторов сопротивлениями  $R_1 = 2$  кОм и  $R_2 = 1,4$  кОм. К точке 0 цепи между резисторами присоединен конденсатор ёмкостью  $C = 10$  мкФ, другой контакт которого при помощи ключа К может подключаться либо к точке 1, либо к точке 2 цепи. На сколько изменяется заряд  $Q$  конденсатора при переключении ключа из положения «2» в положение «1», если в обоих положениях процессы зарядки и перезарядки уже закончились? Ответ укажите с учётом знака.

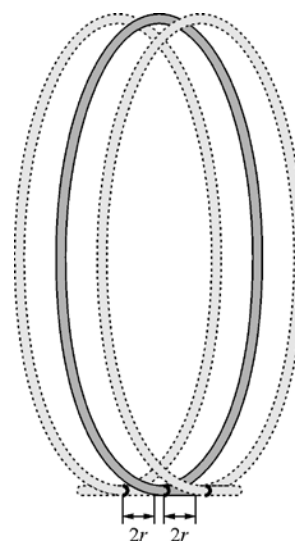


27

В закрытом горизонтальном цилиндре длиной  $l = 0,6$  м, разделённом на две части тонким поршнем, который может двигаться без трения, находится идеальный газ при температуре  $T_1 = 0$  °С и давлении  $p_1 = 10^5$  Па в количествах  $\nu_1 = 1$  моль слева и  $\nu_2 = 2$  моля справа от поршня. В левую часть цилиндра впрыснули  $\nu_3 = 0,1$  моля жидкой воды, а затем нагрели всю систему до температуры  $T_2 = 100$  °С. На сколько и в какую сторону сдвинулся поршень в результате установления равновесия?

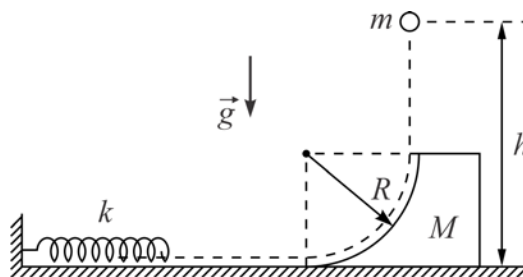
28

Длинная медная проволока диаметром  $2r = 0,3$  мм намотана плотно, виток к витку, на очень лёгкий цилиндрический каркас диаметром  $D = 20$  мм. Число витков равно  $N = 800$ , толщиной изоляции проволоки можно пренебречь. Получившаяся катушка подвешена на одинаковых жёстких вертикальных проводящих выводах, присоединённых к концам обмотки. В исходном положении ось каркаса горизонтальна, плоскости витков вертикальны. Выводы могут присоединяться к идеальной батарее с ЭДС  $\varepsilon = 12$  В через ключ. Плоскость, в которой лежит ось катушки с выводами, после замыкания ключа отклоняется после установления равновесия на угол  $\alpha = 45^\circ$  от вертикали. Чему равен модуль  $B$  вектора магнитной индукции? Удельное сопротивление меди  $\rho = 0,0175$  Ом·мм<sup>2</sup>/м, плотность меди  $P = 8,92 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. *Указание:* Каждый виток катушки на самом деле не является плоским. Но его можно модельно представить в виде круглого плоского кольца, перпендикулярного оси катушки. Это кольцо разрезано в некоторой точке и соединено слева и справа с такими же соседними разрезанными кольцами при помощи коротких отрезков провода длиной  $\Delta l = 2r$ , причём все эти отрезки провода направлены вдоль оси катушки (см. рисунок, в нижней части которого показаны места разрезов колец и короткие горизонтальные участки провода, соединяющие соседние кольца).



**29** Школьник наблюдает, как его отец занимается подводной охотой в спокойной прозрачной речке. Сверху видно, что на расстоянии  $L = 5$  м от маски, надетой на голову отца, на той же глубине под водой находится щука, которую отец собрался подстрелить из подводного ружья. На каком расстоянии  $l$  от себя отец видит эту щуку через плоскопараллельное тонкое стекло своей маски, заполненной внутри воздухом? Показатель преломления воды  $n = 1,33$ , щука расположена прямо перед охотником, его глаза находятся вблизи стекла маски.

**30** С высоты  $h$  над горизонтальной плоскостью падает без начальной скорости маленькое тело массой  $m = 50$  г и попадает на высоте  $R = h/2$  в начальную вертикальную часть гладкого жёлоба в виде четверти окружности радиусом  $R$ . Жёлоб вырезан в твёрдой подставке массой  $M = 0,5$  кг, которая может скользить без трения по плоскости и до падения тела была неподвижной (см. рисунок). После того как тело покидает подставку, оно подлетает к свободному концу лёгкой горизонтальной пружины жёсткостью  $k = 100$  Н/м, другой конец которой закреплён, двигаясь в направлении оси этой пружины. Максимальная деформация пружины после этого оказывается равной  $x = 10$  см. Найдите высоту  $h$ .





## Тренировочная работа №5 по ФИЗИКЕ

11 класс

20 апреля 2023 года

Вариант ФИ2210504

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 30 заданий.

В заданиях 1–3, 7–9, 12–14 и 18 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 4–6, 10, 11, 15–17, 19, 20, 21 и 23 является последовательность цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы без пробелов, запятых и других дополнительных символов.

Ответом к заданию 22 являются два числа. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 24–30 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	$10^9$	санти	с	$10^{-2}$
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$
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	$1000 \text{ кг/м}^3$	подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
		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 –  $0^\circ\text{C}$

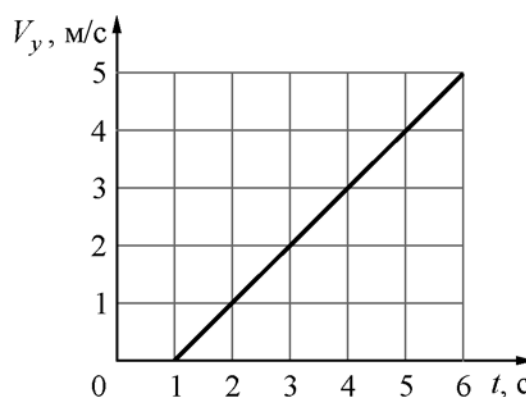
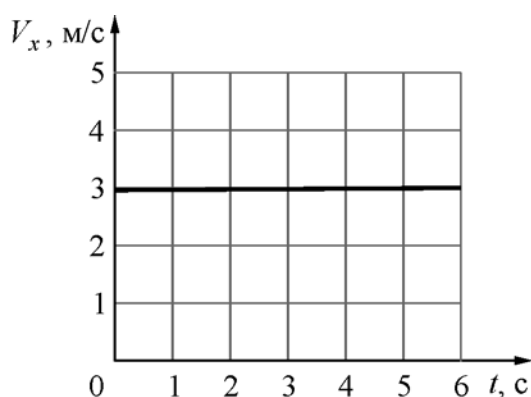
**Молярная масса**

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. Единицы измерения физических величин писать не нужно*

- 1** Частица движется в плоскости  $XOY$ . На левом рисунке представлен график зависимости от времени проекции скорости  $V_x$  этой частицы на ось  $OX$ , а на правом рисунке – график зависимости от времени проекции скорости  $V_y$  этой частицы на ось  $OY$ . Чему равен модуль скорости данной частицы в момент времени  $t = 5$  с?



Ответ: \_\_\_\_\_.

- 2** Штангист-тяжеловес массой 160 кг отрывает от помоста штангу массой 220 кг и начинает поднимать её. В некоторый момент ускорение штанги направлено вертикально вверх и равно по модулю  $0,1 \text{ м/с}^2$ . Определите модуль силы, с которой в этот момент ноги штангиста давят на помост вертикально вниз.

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

- 3** Вьючный осёл, идущий по горной тропе, поднимает тюк массой 30 кг на высоту 120 м за 2 часа. Какую среднюю полезную мощность развивает при этом животное?

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

4

Школьник проводит опыты с пружинным пистолетом. Он заряжает в пистолет стальной шарик и стреляет им, измеряя зависимость модуля скорости  $V$  шарика в момент его вылета из пистолета от величины  $\Delta x$  сжатия пружины перед выстрелом. Жёсткость пружины 100 Н/м, масса шарика 20 г. После полного распрямления пружины шарик сразу же вылетает из ствола пистолета. Полученные школьником результаты приведены в таблице.

$\Delta x$ , см	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
$V$ , м/с	0,632	1,342	2,050	2,757	3,464	4,171	4,879	5,586

Выберите все верные утверждения о результатах этих опытов на основании данных, содержащихся в таблице.

- 1) Для того чтобы сжать пружину пистолета на максимальную величину 8 см, необходимо приложить минимальную силу 6 Н.
- 2) Если начальное сжатие пружины равно 5 см, то модуль импульса шарика в момент вылета из пистолета превышает 0,05 кг·м/с.
- 3) Модуль скорости  $V$  шарика прямо пропорционален величине  $\Delta x$  сжатия пружины.
- 4) Трение пружины и шарика о ствол пистолета отсутствует.
- 5) Если начальное сжатие пружины равно 3 см, то в процессе выстрела выделяется количество теплоты примерно 3 мДж.

Ответ: \_\_\_\_\_.

5

Строитель приподнимает с земли тяжёлое бревно для того, чтобы помощник мог пропустить под ним трос. Для этого строитель подсовывает под бревно конец стального лома и давит руками на его другой конец. Второе бревно оказывается более тяжёлым, и для того, чтобы его приподнять, строителю приходится давить на другой конец лома с большей по модулю силой. При этом направление прикладываемой строителем силы  $\vec{F}$ , расположение точки опоры лома относительно бревна и рук строителя относительно лома не изменяется. Как при подъёме второго бревна по сравнению с первым изменяются момент силы  $\vec{F}$  относительно точки опоры лома и плечо силы  $\vec{F}$  относительно точки опоры лома?

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.

Момент силы $\vec{F}$ относительно точки опоры лома	Плечо силы $\vec{F}$ относительно точки опоры лома

**6** Маленький камень массой  $m$  брошен с начальной высотой  $h$  над землёй с начальной скоростью  $V_0$ , направленной под углом  $\alpha$  к горизонту. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче ( $g$  – ускорение свободного падения). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

**ФОРМУЛА**

А) минимальный модуль импульса камня в течение его полета

1)  $h + \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$

Б) максимальная высота подъёма камня над землёй

2)  $\frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{2g}$

3)  $mV_0 \cos \alpha$

4)  $mV_0 \sin \alpha$

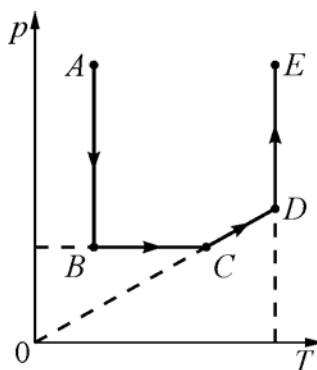
Ответ:

А	Б

**7** В сосуде содержится в равновесном состоянии смесь гелия и кислорода. При этом масса кислорода в 2 раза больше массы гелия. Во сколько раз парциальное давление гелия в этом сосуде превышает парциальное давление кислорода?

Ответ: \_\_\_\_\_.

**8** Чему равна работа, совершённая газом в процессе  $CD$  (см. рисунок), если он получил в этом процессе количество теплоты 40 кДж?

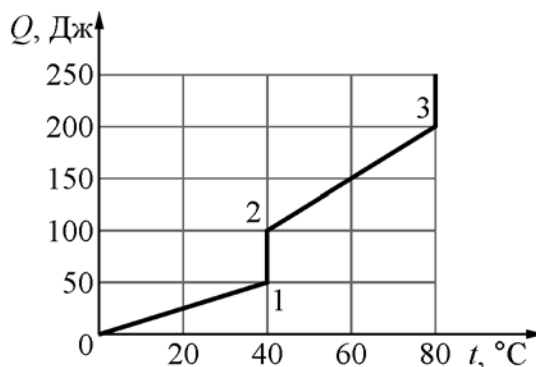


Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 9 За 4 цикла своей работы тепловой двигатель совершил работу 120 кДж. Какое количество теплоты газ отдаёт холодильнику за один цикл, если КПД двигателя равен 60 %?

Ответ: \_\_\_\_\_ кДж.

- 10 Образец вещества нагревают в печи. На графике представлена зависимость поглощённого этим образцом количества теплоты  $Q$  от температуры образца  $t$ . Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений. В начале процесса образец находился в твёрдом состоянии.



- 1) Температура кипения вещества равна 40 °С.
- 2) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать количество теплоты 50 Дж.
- 3) В состоянии 3 вещество полностью испарилось.
- 4) В процессе 1–2 внутренняя энергия вещества увеличивается.
- 5) В процессе 2–3 часть вещества находится в твёрдой фазе, а часть – в жидкой фазе.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 11 В ходе адиабатического процесса внутренняя энергия одного моля разреженного аргона уменьшается. Как изменяются при этом температура аргона 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.

Температура аргона	Давление аргона

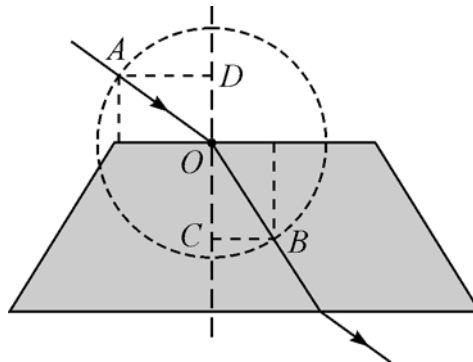
- 12** К источнику с каким напряжением нужно подключить батарею из двух последовательно соединённых конденсаторов, чтобы заряд первого из них был равен  $12 \text{ мкКл}$ ? Ёмкость первого конденсатора равна  $3 \text{ мкФ}$ , второго –  $2 \text{ мкФ}$ .

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

- 13** Электрон движется по окружности в однородном магнитном поле. Во сколько раз уменьшится модуль ускорения электрона, если уменьшить в 4 раза его кинетическую энергию и во столько же раз уменьшить модуль индукции магнитного поля?

Ответ: \_\_\_\_\_ раз(а).

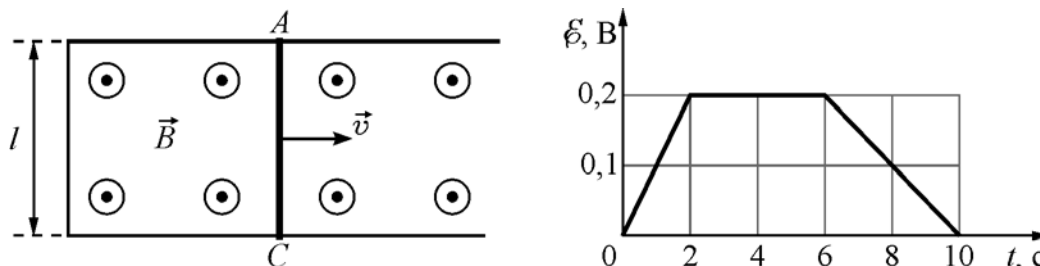
- 14** На рисунке показан ход светового луча через прозрачную пластину, находящуюся в воздухе. Точка  $O$  – центр окружности. Известны расстояния  $AD = 8 \text{ см}$  и  $BC = 5 \text{ см}$ . Чему равен показатель преломления материала пластины?



Ответ: \_\_\_\_\_.



- 15** По закреплённому П-образному проводнику, находящемуся в однородном магнитном поле, перпендикулярном плоскости проводника, перемещают проводящую перемычку  $AC$  (см. рис. слева). На графике (см. рис. справа) приведена зависимость ЭДС индукции, возникающей в перемычке при её движении в магнитном поле. Пренебрегая сопротивлением проводника, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта. Известно, что модуль индукции магнитного поля равен  $B = 0,2$  Тл, длина перемычки  $l = 10$  см, её сопротивление  $5$  Ом.



- 1) В интервале времени от 4 до 6 с мощность тока в перемычке была равна 4 мВт.
- 2) Модуль ускорения перемычки в интервале времени от 0 до 2 с в два раза больше модуля ускорения перемычки в интервале времени от 6 до 10 с.
- 3) В момент времени 5 с скорость перемычки была равна 10 м/с.
- 4) Максимальная сила тока в перемычке равна 20 мА.
- 5) В перемычке ток течёт от  $A$  к  $C$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 16** Плоский воздушный конденсатор всё время подключён к аккумулятору. Внутри конденсатора параллельно его обкладкам помещают металлическую пластинку, площадь которой равна площади обкладок конденсатора, а толщина в 3 раза меньше расстояния между обкладками. Как при этом изменятся ёмкость конденсатора и величина заряда на его обкладках?

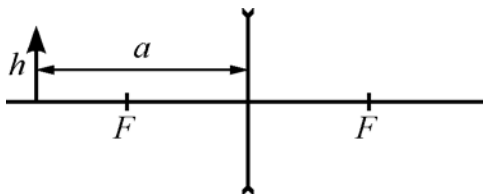
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 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 на обкладках конденсатора

- 17** Предмет высотой  $h$  расположен перпендикулярно главной оптической оси тонкой рассеивающей линзы на расстоянии  $a$  от плоскости линзы (см. рисунок). Модуль фокусного расстояния линзы равен  $F$ . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.



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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) высота изображения предмета	1) $\frac{aF}{a - F}$
Б) расстояние от линзы до изображения	2) $\frac{hF}{a - F}$
	3) $\frac{aF}{a + F}$
	4) $\frac{hF}{a + F}$

Ответ:

А	Б

- 18** Энергия фотона в рентгеновском дефектоскопе в 2 раза больше энергии фотона в рентгеновском медицинском аппарате. Определите отношение частоты электромагнитного рентгеновского излучения в дефектоскопе к частоте электромагнитного рентгеновского излучения в медицинском аппарате.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 19** Большое число  $N$  радиоактивных ядер  ${}^{203}_{80}\text{Hg}$  распадается, образуя стабильные дочерние ядра  ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ . Период полураспада равен 46,6 суток. Какое количество исходных ядер останется через 139,8 суток, а дочерних – появится за 186,4 суток после начала наблюдений?

Установите соответствие между величинами и их значениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ
---------------------	---------------------------------

- |   |                     |
|---|---------------------|
| А) количество ядер ${}^{203}_{80}\text{Hg}$ через 139,8 суток | 1) $\frac{N}{8}$    |
| Б) количество ядер ${}^{203}_{81}\text{Tl}$ через 186,4 суток | 2) $\frac{N}{16}$   |
|   | 3) $\frac{15N}{16}$ |
|   | 4) $\frac{7N}{8}$   |

Ответ:

А	Б

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

- 1) При увеличении скорости движущегося тела равнодействующая приложенных к нему сил совершает положительную работу.
- 2) При подъёме чугунной гири с пола на стол её внутренняя энергия увеличивается.
- 3) Количество теплоты, выделяющееся при разрядке конденсатора, зависит только от его заряда.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воздуха в стекло длина волны уменьшается.
- 5) Нейтральный атом лития  ${}^7_3\text{Li}$  содержит 7 электронов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**21**

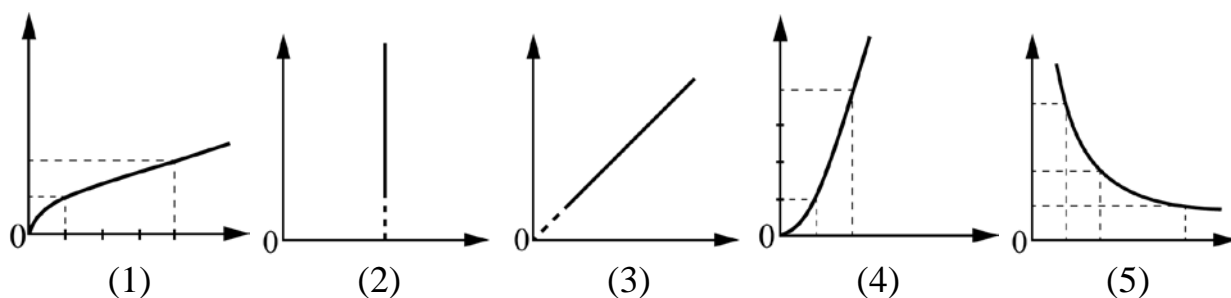
Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость модуля силы Архимеда, действующей на полностью погружённое в жидкость тело, от плотности жидкости;

Б) зависимость давления идеального газа от его абсолютной температуры в изохорном процессе;

В) зависимость модуля импульса фотона от длины волны излучения.

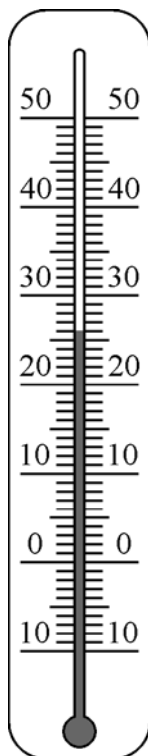
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В выберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

- 22 На рисунке изображён термометр, с помощью которого измеряют температуру в помещении по шкале Цельсия. Чему равна абсолютная температура в помещении? Погрешность измерения равна цене деления термометра.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) К.

- 23 Нужно провести лабораторную работу по обнаружению зависимости сопротивления цилиндрического проводника от его длины. Какие два проводника из перечисленных в таблице необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	Медь
2	10 м	0,5 мм	Медь
3	20 м	2,0 мм	Медь
4	10 м	0,5 мм	Алюминий
5	10 м	1,0 мм	Медь

В ответе запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

--	--

## Часть 2

*Для записи ответов на задания 24–30 используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (24, 25 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.*

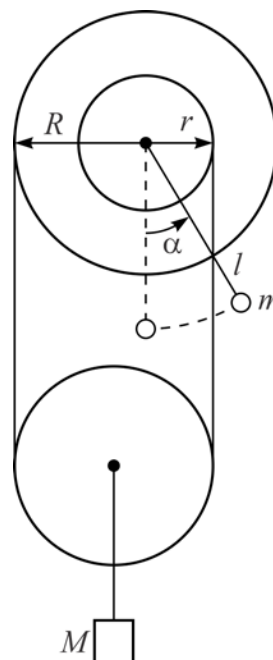
24

Под прозрачный колпак вакуумного насоса помещён смоченный водой комочек ваты и напущено немного дыма от горящей спички. Если включить насос и начать откачивать воздух, то становится видно, что через небольшое время под колоколом образуется туман. В отсутствие дыма от спички этот опыт не получается. Почему при откачивании воздуха под колоколом появляется туман? Какую роль в процессе его образования играет дым от спички? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.

*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.*

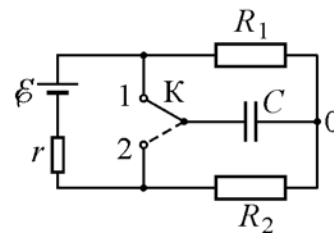
25

В механической системе, изображённой на рисунке, двухступенчатый блок с радиусами  $r = 10$  см и  $R = 20$  см может вращаться без трения вокруг неподвижной горизонтальной оси. К блоку прикреплена лёгкая штанга длиной  $l = 25$  см, на конце которой расположен маленький груз массой  $m = 400$  г, а на ступени блока намотана невесомая нерастяжимая нить, концы которой закреплены на блоке. На нити под этим блоком висит очень лёгкий подвижный блок радиусом 15 см, который может вращаться без трения вокруг своей оси, к которой подвешен груз массой  $M = 0,9$  кг. Вначале штангу удерживали в вертикальном положении, а затем отпустили, и после затухания колебаний в системе штанга в положении равновесия оказалась отклонённой от вертикали на угол  $\alpha$ . Чему равен этот угол?



26

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, к батарее с ЭДС  $\varepsilon = 9$  В и внутренним сопротивлением  $r = 100$  Ом присоединена последовательно цепь, состоящая из двух резисторов сопротивлениями  $R_1 = 1,5$  кОм и  $R_2 = 2,4$  кОм. К точке 0 цепи между резисторами присоединен конденсатор ёмкостью  $C = 4$  мкФ, другой контакт которого при помощи ключа К может подключаться либо к точке 1, либо к точке 2 цепи. На сколько изменится заряд  $Q$  конденсатора при переключении ключа из положения «1» в положение «2», если в обоих положениях процессы зарядки и перезарядки уже закончились? Ответ укажите с учётом знака.

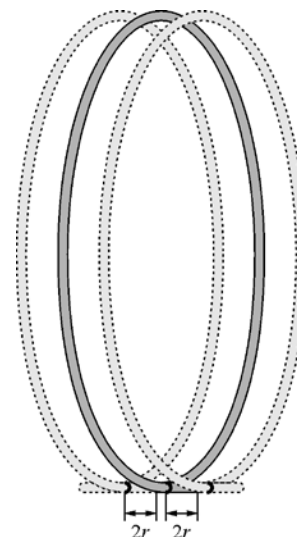


27

В закрытом горизонтальном цилиндре длиной  $l = 0,9$  м, разделённом на две части тонким поршнем, который может двигаться без трения, находится идеальный газ при температуре  $T_1 = 0$  °С и давлении  $p_1 = 10^5$  Па в количествах  $\nu_1 = 2,5$  моля слева и  $\nu_2 = 1,25$  моля справа от поршня. В правую часть цилиндра впрыснули  $\nu_3 = 0,15$  моля жидкой воды, а затем нагрели всю систему до температуры  $T_2 = 100$  °С. На сколько и в какую сторону сдвинулся поршень в результате установления равновесия?

28

Длинная медная проволока диаметром  $2r = 0,2$  мм намотана плотно, виток к витку, на очень лёгкий цилиндрический каркас диаметром  $D = 10$  мм. Число витков равно  $N = 1000$ , толщиной изоляции проволоки можно пренебречь. Получившаяся катушка подвешена на одинаковых жёстких вертикальных проводящих выводах, присоединённых к концам обмотки. В исходном положении ось каркаса горизонтальна, плоскости витков вертикальны. Выводы могут присоединяться к идеальной батарее с ЭДС  $\varepsilon = 9$  В через ключ. На какой угол  $\alpha$  отклонится после замыкания ключа плоскость, в которой лежит ось катушки с выводами, если вся система находится в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 1$  Тл? Удельное сопротивление меди  $\rho = 0,0175$  Ом·мм<sup>2</sup>/м, плотность меди  $P = 8,92 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.



*Указание:* Каждый виток катушки на самом деле не является плоским. Но его можно модельно представить в виде круглого плоского кольца, перпендикулярного оси катушки. Это кольцо разрезано в некоторой точке и соединено слева и справа с такими же соседними разрезанными кольцами при помощи коротких отрезков провода длиной  $\Delta l = 2r$ , причём все эти отрезки провода направлены вдоль оси катушки (см. рисунок, в нижней части которого показаны места разрезов колец и короткие горизонтальные участки провода, соединяющие соседние кольца).

**29** Школьник наблюдает, как его отец занимается подводной охотой в спокойной прозрачной речке. Сверху видно, что на некотором расстоянии  $L$  от маски, надетой на голову отца, на той же глубине под водой находится щука, которую отец собрался подстрелить из подводного ружья. Он смотрит на эту щуку под водой через плоскопараллельное тонкое стекло своей маски, заполненной внутри воздухом, и видит рыбу прямо перед собой на расстоянии  $l = 2,5$  м от себя. Чему равно  $L$ ? Показатель преломления воды  $n = 1,33$ , глаза охотника находятся вблизи стекла маски.

**30** С высоты  $h = 1$  м над горизонтальной плоскостью падает без начальной скорости маленькое тело массой  $m = 100$  г и попадает на высоте  $R = h/2$  в начальную вертикальную часть гладкого жёлоба в виде четверти окружности радиусом  $R$ . Жёлоб вырезан в твёрдой подставке массой  $M = 300$  г, которая может скользить без трения по плоскости и до падения тела была неподвижной (см. рисунок). После того как тело покидает подставку, оно подлетает к свободному концу лёгкой горизонтальной пружины жёсткостью  $k = 160$  Н/м, другой конец которой закреплён, двигаясь в направлении оси этой пружины. Какова будет после этого максимальная деформация  $x$  пружины?

