

## Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ 11

класс

15 октября 2025 года

Вариант ФИ2510101

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

### Инструкция по выполнению работы

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

***Желаем успеха!***

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

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11}$
универсальная газовая постоянная	$\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \quad R = 8,31$
постоянная Больцмана	$\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \quad k = 1,38$
постоянная Авогадро	$\cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
скорость света в вакууме	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
модуль заряда электрона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{Кл}^2$
(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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	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	$2,3 \cdot 10^6$
плавления свинца	Дж/кг
плавления льда	$2,5 \cdot 10^6$
	Дж/кг
	$3,3 \cdot 10^5$
	Дж/кг

**Нормальные условия:** давление –  $10^5$  Па, температура – 0 °С

**Молярная масса**

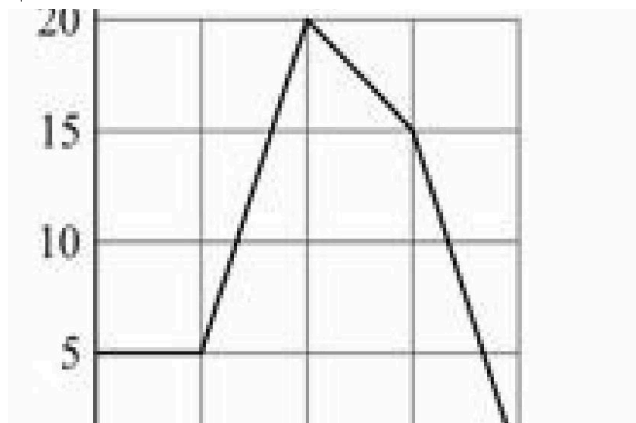
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

## Часть 1

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

1

На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  велосипедиста, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$ . Определите проекцию скорости  $V_x$  велосипедиста в течение промежутка времени от 4 с до 6 с. Ответ запишите с учётом знака проекции..



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с<sup>2</sup>.

2

Две лёгкие пружины подвешены за концы к потолку. Эти пружины растягивают, прикладывая к их свободным концам направленные вниз одинаковые силы  $F$ . Жёсткость первой пружины в 1,2 раза больше жёсткости второй пружины. В равновесном состоянии удлинение второй пружины равно 24 мм. Чему равно удлинение первой пружины при её равновесии?

Ответ: \_\_\_\_\_ мм

3

Из неподвижной пушки массой 250 кг, стоящей на горизонтальной площадке, произведён выстрел. Снаряд массой 1,5 кг вылетел из ствола пушки горизонтально со скоростью 180 м/с относительно площадки. Какую скорость относительно площадки приобрела пушка?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с

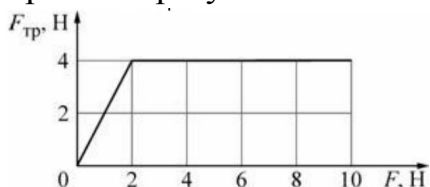
4

Период свободных гармонических колебаний первого математического маятника равен 1,2 с. Чему равен период свободных гармонических колебаний второго математического маятника, у которого длина нити в 4 раза больше, а масса груза в 4 раза меньше, чем у первого?

Ответ: \_\_\_\_\_ с

5

При изучении свойств силы сухого трения был получен график зависимости модуля силы трения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на находящееся на горизонтальном столе тело массой 0,5 кг, от модуля горизонтальной силы  $F$ , приложенной к этому телу (см. рисунок). Выберите все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера

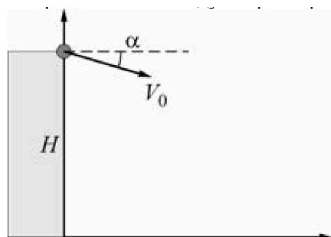


- 1) Модуль максимальной силы трения покоя, действующей на тело, равен 4 Н.
- 2) В течение первых двух секунд тело двигалось равномерно, а затем равноускоренно.
- 3) Если модуль силы  $F$ , действующей на тело, больше 4 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о стол равен 0,8.
- 5) Когда модуль силы  $F$ , действующей на тело, равен 6 Н, тело движется с ускорением 8 м/с<sup>2</sup>

Ответ: \_\_\_\_\_.

6

Мячик брошен с высоты  $H$  над горизонтальной поверхностью с начальной скоростью  $V_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту так, как показано на рисунке (угол отсчитывается от горизонтали в направлении по часовой стрелке). Как изменятся дальность полёта и модуль конечной скорости мячика, если увеличить угол  $\alpha$ , а остальные параметры оставить без изменения? Сопротивлением воздуха пренебречь.:



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

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

Дальность полёта мячика	Модуль конечной скорости мячика

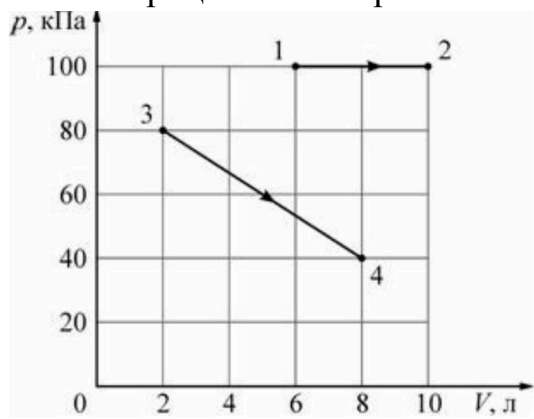
7

Неизменное количество идеального газа находится в сосуде под тяжёлым поршнем. Нагрузив поршень, давление газа увеличили в 2,5 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии  $n_2/n_1$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

8

На рисунке показаны зависимости давления  $p$  гелия от его объёма  $V$  для двух процессов: 1–2 и 3–4. Чему равно отношение  $A_{34}/A_{12}$  работы гелия в процессе 3–4 к работе гелия в процессе 1–2?



Ответ : \_\_\_\_\_

9

Объём сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1,5 моля гелия. Температуру в сосуде поддерживали постоянной. Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

- 1) Концентрации водорода и гелия в сосуде в конце опыта одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде увеличилось.
- 5) Парциальное давление водорода уменьшилось.

Ответ: \_\_\_\_\_

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

Графики	УТВЕРЖДЕНИЯ
<p>А)</p> 	1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия увеличивается.
<p>Б)</p> 	2) Над газом совершают работу, при этом газ отдаёт положительное количество теплоты.
	3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
	4) Газ отдаёт положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ: \_\_\_\_\_

- 11 Модуль силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами был равен 8 мН. Расстояние между ними уменьшили в 3 раза, а заряд одного из тел уменьшили в 2 раза. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: \_\_\_\_\_ мН.

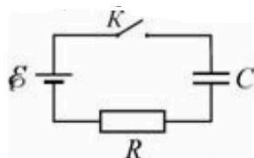
- 12 При скорости  $V_1$  поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле между концами проводника возникает разность потенциалов  $U$ . При движении этого проводника в этом же магнитном поле, в той же плоскости и в том же направлении со скоростью  $V_2$  разность потенциалов между концами проводника уменьшилась в 1,6 раза. Чему равно отношение скоростей  $V_1/V_2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ мН.

- 13 Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен  $45^\circ$ . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: \_\_\_\_\_ °

- 14** Незаряженный конденсатор подключён к батарее последовательно с резистором сопротивлением  $R = 40 \text{ Ом}$  (см. рисунок). В момент времени  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Результаты измерений силы тока  $I$  в цепи в зависимости от времени  $t$  представлены в таблиц



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мА}$	150	55	20	7,5	2,5	1	0,5

Внутренним сопротивлением батарейки, сопротивлением проводов и ключа можно пренебречь. Выберите все верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе запишите их номера.

- 1) Сила тока в резисторе в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока равна 6 В.
- 4) Энергия конденсатора в процессе наблюдения увеличивалась.
- 5) В момент времени  $t = 3 \text{ с}$  напряжение на конденсаторе равно 5 В..

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 15** По цилиндрической проволоке течёт электрический ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 9 раз и увеличении силы тока в 3 раза следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке, и её электрическое сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Показания амперметра	Показания вольтметра

- 16** Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция  ${}^4_2\text{He} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$  с образованием ядра химического элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Чему равен заряд образовавшегося ядра?

Ответ : \_\_\_\_\_



**№17** При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещали через светофильтры. В первой серии опытов использовали светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменятся частота световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

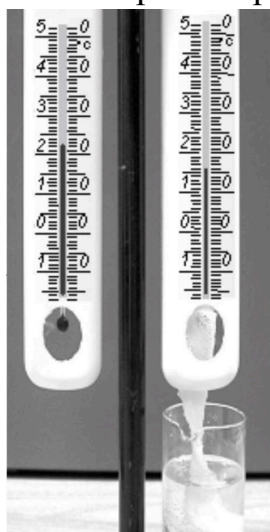
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения
--	-------------------------------

**№18** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его кинетическая энергия уменьшается.
- 2) Испарение жидкости происходит при любых температурах, соответствующих жидкому состоянию данного вещества.
- 3) При увеличении напряжения на резисторе сила тока в нём увеличивается.
- 4) Если неподвижный магнит находится в катушке, то в ней возникает ЭДС индукции.
- 5) Нейтральный атом алюминия  $^{27}_{13}\text{Al}$  содержит 27 электронов.

- 19** Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра – этот прибор состоит из двух термометров, колбочка одного из которых обернута влажной тканью; см. фотографию. Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний «сухого» термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ )  $^{\circ}\text{C}$

- 20** Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментатора имеются спектрометры, состоящие из источника света (светодиода), дифракционной решётки и экрана. Параметры этих приборов приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от длины волны света?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решётке	Расстояние от дифракционной решётки до экрана
1	Красный	50	2 м
2	Зелёный	100	3 м
3	Синий	50	2 м
4	Красный	200	3 м
5	Жёлтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ: 

--	--

## Часть 2

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

- 21** Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых лампы  $L$ , резистора сопротивлением  $R = 10$  Ом и идеального амперметра, параллельно которому подключён идеальный вольтметр. Эта цепь питается от регулируемого источника напряжения, в состав которого входят батарея, ключ  $K$  и потенциометр (делитель напряжения)  $P$ . Лаборант замыкает ключ, после чего, передвигая ползунок реостата и проводя наблюдения, записывает в таблицу несколько показаний  $I$  амперметра. Показания вольтметра он записать забывает.

$I, A$	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
$U, V$					

Используя вольт-амперную характеристику лампы, изображённую на рисунке 2, помогите лаборанту восстановить показания  $U$  вольтметра и запишите их в таблицу. Решение объясните, опираясь на законы электродинамики.

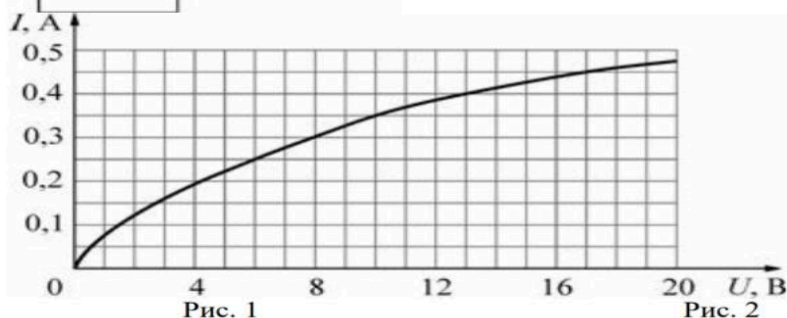
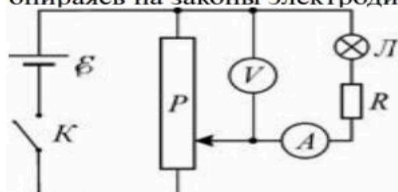


Рис. 1

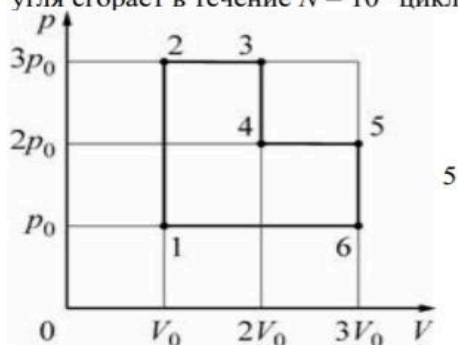
Рис. 2

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

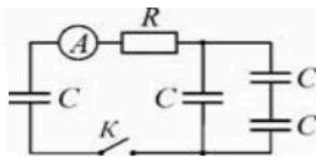
- 22** Небольшие одинаковые почти абсолютно упругие шарики покоятся на прямом горизонтальном гладком жёлобе на одинаковых расстояниях друг от друга. В некоторый момент первому слева шарiku толчком сообщают начальную скорость  $V_1$  в направлении остальных шариков, после чего происходят их последовательные столкновения. После  $n = 9$  соударений оказалось, что десятый шарик приобрёл скорость  $V_{10} = 0,8V_1$ . Сколько процентов от кинетической энергии движущегося шарiku передавалось следующему покоящемуся шарiku при каждом столкновении?

**23** В жёстком теплоизолированном сосуде находится  $\nu_1 = 1$  моль гелия со среднеквадратичной скоростью движения его атомов, равной  $V_1 = 1400$  м/с. В сосуд добавили  $\nu_2 = 0,8$  моля гелия с температурой  $T_2 = 350$  К. Какая температура  $T$  гелия установится в сосуде при достижении состояния термодинамического равновесия?

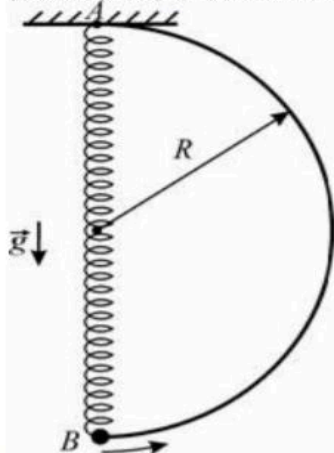
**24** Идеальный одноатомный газ, количество которого равно  $\nu = 0,05$  моля, используется в качестве рабочего тела в тепловом двигателе. На  $pV$ -диаграмме ( $p$  – давление газа,  $V$  – его объём) показан процесс 1–2–3–4–5–6–1, совершаемый газом в течение одного цикла работы двигателя. В качестве топлива для данного двигателя используется каменный уголь с удельной теплотой сгорания  $29,3$  МДж/кг, причём рабочее тело получает  $\eta = 50\%$  количества теплоты, выделяющегося при сгорании. Температура газа в состоянии 4 равна  $T_4 = 500$  К. Какая масса угля сгорает в течение  $N = 10^4$  циклов работы двигателя?



**25** В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все конденсаторы имеют одинаковую ёмкость  $C = 1$  мкФ, а резистор имеет сопротивление  $R = 100$  Ом. Вначале левый конденсатор заряжен до некоторого напряжения  $U$ , а все остальные конденсаторы не заряжены. Идеальный амперметр в первый момент после замыкания ключа  $K$  показал силу тока  $I = 2$  А. Какое количество теплоты выделится в данной цепи ко времени, когда показания амперметра уменьшатся до нуля?



**26** Из жёсткой тонкой гладкой проволоки согнут каркас в виде половины окружности радиусом  $R = 60$  см и закреплён так, чтобы диаметр каркаса располагался вертикально (см. рисунок). В верхней точке  $A$  диаметра к каркасу прикреплён конец лёгкой пружины, длина которой в нерастянутом состоянии равна  $R$ . Ко второму концу пружины прикреплена маленькая бусинка  $B$  с просверлённым в ней отверстием. Если бусинка висит на пружине, находясь в состоянии равновесия, то удлинение пружины оказывается равным  $R/3$ .



Бусинку надевают на каркас так, что она покоится в нижней точке его диаметра. Затем, после очень малого начального воздействия, бусинка начинает скользить по каркасу. Найдите модуль скорости бусинки в тот момент, когда ось пружины будет составлять с вертикалью угол  $\alpha = \arccos(7/8)$ .

Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.

## Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ 11

класс

15 октября 2025 года

Вариант ФИ2510101

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

### Инструкция по выполнению работы

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

***Желаем успеха!***

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

### Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	$10^9$	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	$G = 6,7 \cdot 10^{-11}$
универсальная газовая постоянная	$\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2 \quad R = 8,31$
постоянная Больцмана	$\text{Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К}) \quad k = 1,38$
постоянная Авогадро	$\cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
скорость света в вакууме	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
модуль заряда электрона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м} / \text{Кл}^2$
(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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

<b>Плотность</b>		подсолнечного масла	$900 \text{ кг/м}^3$
воды	$1000 \text{ кг/м}^3$	алюминия	$2700 \text{ кг/м}^3$
древесины (сосна)	$400 \text{ кг/м}^3$	железа	$7800 \text{ кг/м}^3$
керосина	$800 \text{ кг/м}^3$	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	$2,3 \cdot 10^6$
плавления свинца	Дж/кг
плавления льда	$2,5 \cdot 10^4$
	Дж/кг
	$3,3 \cdot 10^5$
	Дж/кг

**Нормальные условия:** давление –  $10^5$  Па, температура – 0 °С

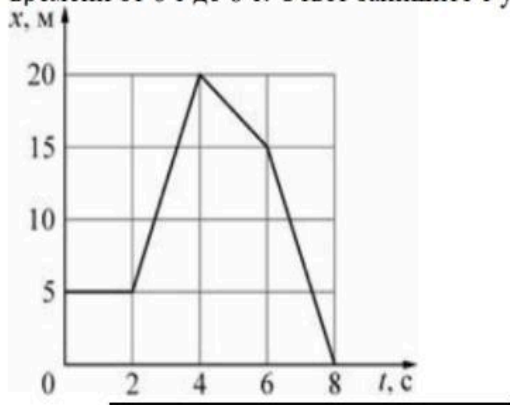
**Молярная масса**

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

## Часть 1

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

- 1** На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  велосипедиста, движущегося вдоль оси  $OX$ , от времени  $t$ . Определите проекцию скорости  $V_x$  велосипедиста в течение промежутка времени от 6 с до 8 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: \_\_\_\_\_

**№2** Две пружины прикреплены концами к стене. Эти пружины сжимают, прикладывая к их свободным концам направленные вдоль осей пружин одинаковые силы  $F$ . Жёсткость первой пружины в 1,2 раза меньше жёсткости второй пружины. В равновесном состоянии вторая пружина сжата на 1,5 см. На сколько сжата первая пружина при её равновесии?

Ответ: \_\_\_\_\_ см

**№3** Из неподвижной пушки, стоящей на горизонтальной площадке, произведён выстрел. Снаряд массой 2 кг вылетел из ствола пушки горизонтально со скоростью 160 м/с относительно площадки. Чему равна масса пушки, если скорость пушки относительно площадки после выстрела равна 0,8 м/с?

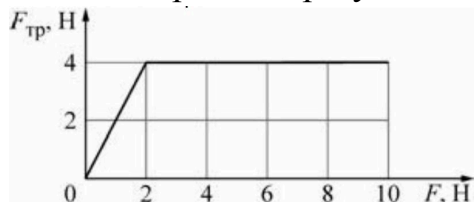
Ответ: \_\_\_\_\_ кг

**№4** Частота свободных гармонических колебаний первого математического маятника равна 0,8 Гц. Чему равна частота свободных гармонических колебаний второго математического маятника, у которого длина нити в 4 раза меньше, а масса груза в 4 раза больше, чем у первого?

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц



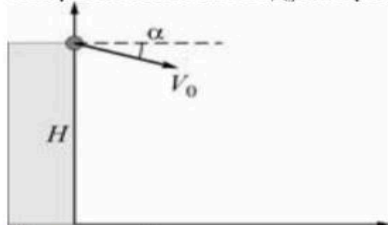
- 5** При изучении свойств силы сухого трения был получен график зависимости модуля силы трения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на находящееся на горизонтальном столе тело массой 0,5 кг, от модуля горизонтальной силы  $F$ , приложенной к этому телу (см. рисунок). Выберите все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера..



- 1) Сначала тело покоилось, а затем двигалось с постоянной скоростью.
- 2) Чтобы сдвинуть тело с места, нужно приложить силу  $F$ , модуль которой не менее 4Н.
- 3) Кинетическая энергия тела в течение опыта постоянно возрастала.
- 4) Коэффициент трения тела о стол равен 0,4.
- 5) Когда модуль силы  $F$ , действующей на тело, равен 6Н, тело движется с ускорением  $4\text{м/с}^2$

Ответ: \_\_\_\_\_ .

- 6** Мячик брошен с высоты  $H$  над горизонтальной поверхностью с начальной скоростью  $V_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту так, как показано на рисунке (угол отсчитывается от горизонтали в направлении по часовой стрелке). Как изменятся время полёта и ускорение мячика в течение полёта, если увеличить угол  $\alpha$ , а остальные параметры оставить без изменения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

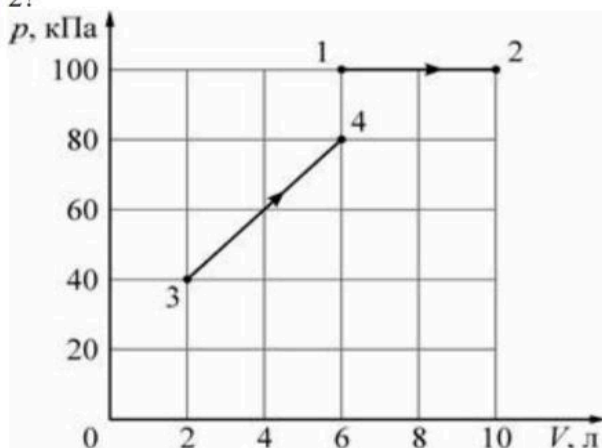
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Время полёта мячика	Ускорение мячика в течение полёта

- 7** Неизменное количество идеального газа находится в сосуде с жёсткими стенками. При нагревании давление газа увеличилось в 2 раза. Чему равно отношение абсолютных температур газа в конечном и начальном состоянии  $T_2/T_1$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_ .

- 8 На рисунке показаны зависимости давления  $p$  гелия от его объема  $V$  для двух процессов: 1–2 и 3–4. Чему равно отношение  $A_{34}/A_{12}$  работы гелия в процессе 3–4 к работе гелия в процессе 1–2?



- 9 Объем сосуда, содержащего 2 моля водорода, увеличили вдвое, и добавили в сосуд 1,5 моля азота. Температуру в сосуде поддерживали постоянной. Выберите из предложенного перечня все утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

- 1) Концентрации водорода и азота в сосуде в конце опыта одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода не изменилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде уменьшилось.
- 5) В конце опыта парциальное давление водорода больше, чем парциальное давление азота.

Ответ: \_\_\_\_\_

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

Графики	УТВЕРЖДЕНИЯ
<p>А)</p>	1) Над газом совершают работу, при этом его внутренняя энергия уменьшается.
<p>Б)</p>	2) Над газом совершают работу, при этом газ получает положительное количество теплоты.
	3) Газ получает положительное количество теплоты и совершает работу.
	4) Газ получает положительное количество теплоты, при этом его внутренняя энергия увеличивается.

Ответ : \_\_\_\_\_

**№11** Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 27 мН. Расстояние между ними увеличили в 3 раза, а заряд одного из тел увеличили в 4 раза. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: \_\_\_\_\_ мН

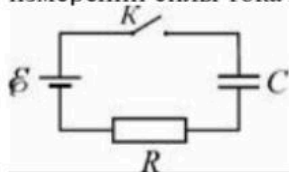
**№12** При поступательном движении прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле с индукцией  $B_1$  между концами проводника возникает разность потенциалов  $U$ . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении с такой же скоростью в однородном магнитном поле с индукцией  $B_2$  разность потенциалов между концами проводника уменьшилась в 2,5 раза. Чему равно отношение  $B_1/B_2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_

**№13** Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен  $35^\circ$ . Чему равен угол между падающим лучом и зеркалом?

Ответ: \_\_\_\_\_

- 14 Незаряженный конденсатор подключён к батарее последовательно с резистором сопротивлением  $R = 40 \text{ Ом}$  (см. рисунок). В момент времени  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Результаты измерений силы тока  $I$  в цепи в зависимости от времени  $t$  представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мА}$	150	55	20	7,5	2,5	1	0,5

Внутренним сопротивлением батарейки, сопротивлением проводов и ключа можно пренебречь. Выберите **все** верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе запишите их номера.

- 1) Напряжение на резисторе в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 5 с после замыкания ключа напряжение на конденсаторе было меньше, чем через 2 с после замыкания ключа.
- 3) ЭДС источника тока равна 15 В.
- 4) Заряд конденсатора в процессе наблюдения увеличивался.
- 5) В момент времени  $t = 3 \text{ с}$  напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 15 Цилиндрическая проволока подключена к источнику постоянного напряжения, величину которого можно регулировать. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении напряжения в 2 раза следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке, и её электрическое сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке	Электрическое сопротивление проволоки

- 16 Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция  ${}^4_2\text{He} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$  с образованием ядра химического элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Чему равно массовое число образовавшегося ядра?

Ответ:

- 17 При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещали через светофильтры. В первой серии опытов использовали светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта.

Как изменятся длина световой волны и работа выхода фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

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.

Длина волны света, падающего на фотоэлемент	Работа выхода фотоэлектронов

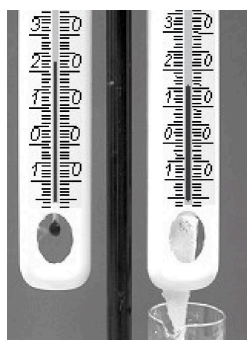


18 Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его потенциальная энергия в поле тяжести Земли уменьшается.
- 2) Температура кипения жидкости зависит только от самой жидкости.
- 3) При увеличении напряжения на проволочном резисторе его сопротивление уменьшается.
- 4) При переходе электромагнитной волны из воздуха в стекло частота волны увеличивается.
- 5) Нейтральный атом алюминия  $^{27}_{13}\text{Al}$  содержит 13 электронов.

Ответ:

19 Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра – этот прибор состоит из двух термометров, колбочка одного из которых обернута влажной тканью (см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний «влажного» термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) °C

20 Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментатора имеются спектрометры, состоящие из источника света  $\lambda$  (светодиода), дифракционной решётки и экрана. Параметры этих приборов приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от периода решётки?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решётке	Расстояние от дифракционной решётки до экрана
1	Красный	50	2 м
2	Зелёный	100	3 м
3	Синий	50	2 м
4	Красный	200	2 м
5	Жёлтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

--	--

## Часть 2

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

- 21** Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых лампы  $L$  и резистора сопротивлением  $R = 20$  Ом, параллельно которым подключён идеальный вольтметр  $V_2$ . Эта цепь питается от регулируемого источника напряжения, в состав которого входят батарея, ключ  $K$  и потенциометр (делитель напряжения)  $P$ . Лаборант замыкает ключ, после чего, передвигая ползунок реостата и проводя наблюдения, записывает в таблицу несколько показаний  $V_1$  другого идеального вольтметра, подключенного к резистору. Показания вольтметра  $V_2$  он записать забывает.

$V_1$ , В	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
$V_2$ , В					

Используя вольт-амперную характеристику лампы, изображённую на рисунке 2, помогите лаборанту восстановить показания вольтметра  $V_2$  и запишите их в таблицу. Решение объясните, опираясь на законы электродинамики.

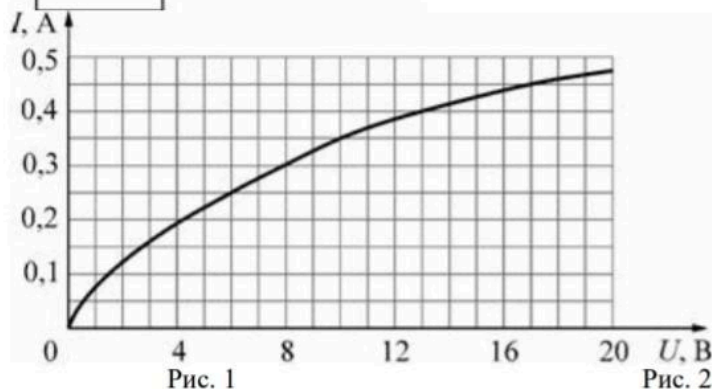
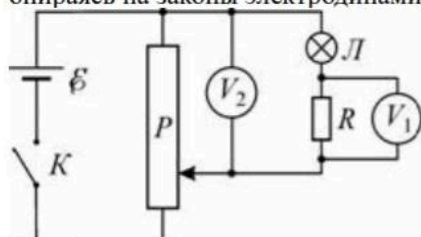


Рис. 1

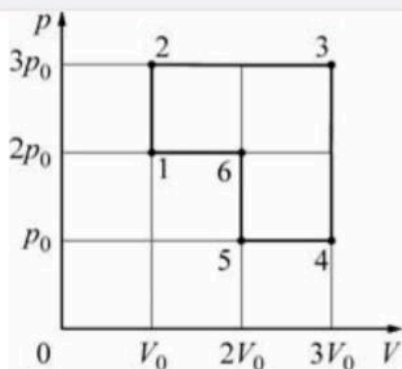
Рис. 2

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

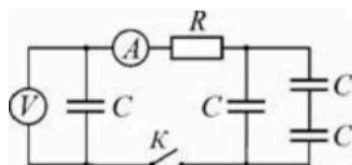
- 22** Небольшие одинаковые почти абсолютно упругие шарики покоятся на прямом горизонтальном гладком жёлобе на одинаковых расстояниях друг от друга. В некоторый момент первому слева шарiku толчком сообщают начальную скорость  $V_1$  в направлении остальных шариков, после чего происходят их последовательные столкновения. После  $n = 4$  их соударений оказалось, что пятый шарик приобрёл скорость  $V_5 = 0,9V_1$ . Сколько процентов кинетической энергии движущегося шарика терялось при каждом столкновении с покоящимся шариком?

**№23** В жёстком теплоизолированном сосуде объёмом  $V = 50$  л находится  $\nu_1 = 1$  моль гелия со среднеквадратичной скоростью движения его атомов, равной  $V_1 = 1400$  м/с. В сосуд добавили  $\nu_2 = 0,8$  моля гелия с температурой  $T_2 = 330$  К. Какое давление  $p$  гелия установится в сосуде при достижении состояния термодинамического равновесия?

**№24** Идеальный одноатомный газ, количество которого равно  $\nu = 0,04$  моля, используется в качестве рабочего тела в тепловом двигателе. На  $pV$ -диаграмме ( $p$  – давление газа,  $V$  – его объём) показан процесс 1–2–3–4–5–6–1, совершаемый газом в течение одного цикла работы двигателя. В качестве топлива для данного двигателя используется каменный уголь с удельной теплотой сгорания  $29,3$  МДж/кг, причём рабочее тело получает  $\eta = 1/3$  количества теплоты, выделяющегося при сгорании. В течение  $N = 105$  циклов работы двигателя сгорает  $M = 4$  кг угля. Чему равна температура газа в состоянии 3?



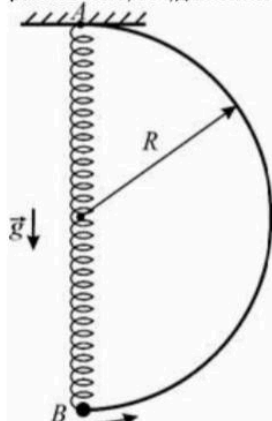
**25**



В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все конденсаторы имеют одинаковую ёмкость  $C = 5$  мкФ, а резистор имеет сопротивление  $R = 200$  Ом. Вначале левый конденсатор заряжен до некоторого напряжения  $U$ , а все остальные конденсаторы не заряжены. Идеальный амперметр в первый момент после замыкания ключа  $K$  показал силу тока  $I = 1$  А. Какая энергия  $W_K$  окажется запасённой в левом конденсаторе после того, как показания вольтметра перестанут изменяться?

**26**

Из жёсткой тонкой гладкой проволоки согнут каркас в виде половины окружности радиусом  $R$  и закреплён так, чтобы диаметр каркаса располагался вертикально (см. рисунок). В верхней точке  $A$  диаметра к каркасу прикреплён конец лёгкой пружины, длина которой в нерастянутом состоянии равна  $R$ . Ко второму концу пружины прикреплена маленькая бусинка  $B$  с просверлённым в ней отверстием. Если бусинка висит на пружине, находясь в состоянии равновесия, то удлинение пружины оказывается равным  $R/3$ .



Бусинку надевают на каркас так, что она постоит в нижней точке его диаметра. Затем, после очень малого начального воздействия, бусинка начинает скользить по каркасу. В тот момент, когда ось пружины составляет с вертикалью угол  $\alpha = \arccos(5/6)$ , модуль скорости бусинки равен  $V = 2$  м/с. Найдите радиус  $R$  каркаса. *Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.*

## Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ

11 класс

15 октября 2025 года

Вариант ФИ2510103

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

### Инструкция по выполнению работы

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

***Желаем успеха!***



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

### Десятичные приставки

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

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
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**

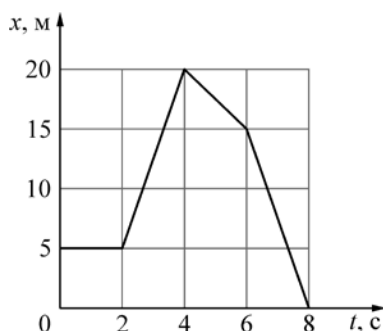
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль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

## Часть 1

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

1

На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  велосипедиста, движущегося вдоль оси  $OX$ , от времени  $t$ . Определите проекцию скорости  $V_x$  велосипедиста в течение промежутка времени от 4 с до 6 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

2

Две пружины прикреплены концами к стене. Эти пружины сжимают, прикладывая к их свободным концам направленные вдоль осей пружин одинаковые силы  $F$ . Жёсткость первой пружины в 1,2 раза меньше жёсткости второй пружины. В равновесном состоянии вторая пружина сжата на 1,5 см. На сколько сжата первая пружина при её равновесии?

Ответ: \_\_\_\_\_ см.

3

Из неподвижной пушки массой 250 кг, стоящей на горизонтальной площадке, произведён выстрел. Снаряд массой 1,5 кг вылетел из ствола пушки горизонтально со скоростью 180 м/с относительно площадки. Каковую скорость относительно площадки приобрела пушка?

Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4

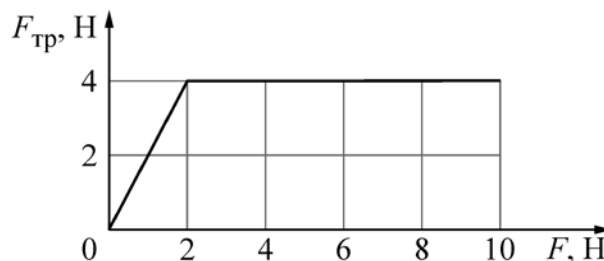
Частота свободных гармонических колебаний первого математического маятника равна 0,8 Гц. Чему равна частота свободных гармонических колебаний второго математического маятника, у которого длина нити в 4 раза меньше, а масса груза в 4 раза больше, чем у первого?

Ответ: \_\_\_\_\_ Гц.

5

При изучении свойств силы сухого трения был получен график зависимости модуля силы трения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на находящееся на горизонтальном столе тело массой 0,5 кг, от модуля горизонтальной силы  $F$ , приложенной к этому телу (см. рисунок).

Выберите *все* утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

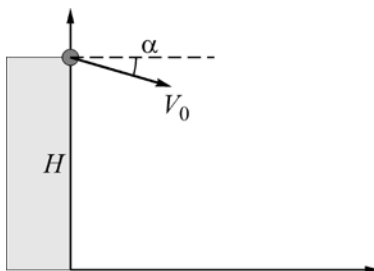


- 1) Модуль максимальной силы трения покоя, действующей на тело, равен 4 Н.
- 2) В течение первых двух секунд тело двигалось равномерно, а затем равноускоренно.
- 3) Если модуль силы  $F$ , действующей на тело, больше 4 Н, тело покоится.
- 4) Коэффициент трения тела о стол равен 0,8.
- 5) Когда модуль силы  $F$ , действующей на тело, равен 6 Н, тело движется с ускорением  $8 \text{ м/с}^2$ .

Ответ: \_\_\_\_\_.

6

Мячик брошен с высоты  $H$  над горизонтальной поверхностью с начальной скоростью  $V_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту так, как показано на рисунке (угол отсчитывается от горизонтали в направлении по часовой стрелке). Как изменятся время полёта и ускорение мячика в течение полёта, если увеличить угол  $\alpha$ , а остальные параметры оставить без изменения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Время полёта мячика	Ускорение мячика в течение полёта

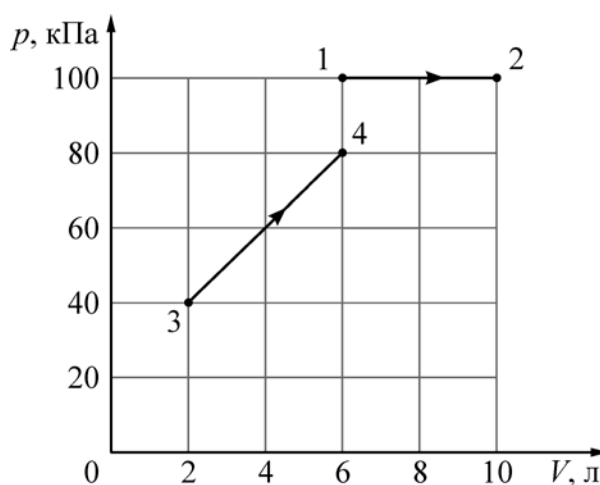
7

Неизменное количество идеального газа находится в сосуде под тяжёлым поршнем. Нагрузив поршень, давление газа увеличили в 2,5 раза при постоянной температуре. Чему равно отношение концентраций газа в конечном и начальном состоянии  $n_2/n_1$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

8

На рисунке показаны зависимости давления  $p$  гелия от его объёма  $V$  для двух процессов: 1–2 и 3–4. Чему равно отношение  $A_{34}/A_{12}$  работы гелия в процессе 3–4 к работе гелия в процессе 1–2?



Ответ: \_\_\_\_\_.

9

Объём сосуда, содержащего 1 моль водорода, увеличили вдвое и добавили в сосуд 1,5 моля гелия. Температуру в сосуде поддерживали постоянной. Выберите из предложенного перечня **все** утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

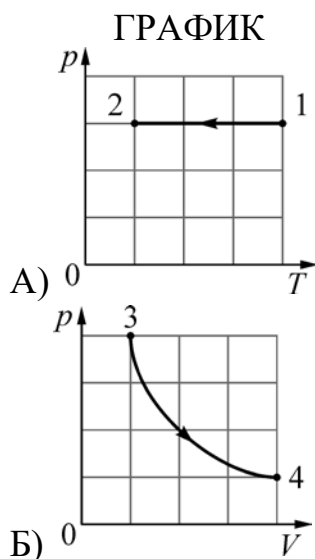
- 1) Концентрации водорода и гелия в сосуде в конце опыта одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода уменьшилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде увеличилось.
- 5) Парциальное давление водорода уменьшилось.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**10**

На рисунках приведены графики А) и Б) двух различных процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 молем гелия. Графики построены в координатах  $p$ – $T$  и  $p$ – $V$ , где  $p$  – давление,  $V$  – объём и  $T$  – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

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

**УТВЕРЖДЕНИЕ**

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

Ответ: \_\_\_\_\_.

**11**

Модуль силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами был равен 8 мН. Расстояние между ними уменьшили в 3 раза, а заряд одного из тел уменьшили в 2 раза. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: \_\_\_\_\_ мН.

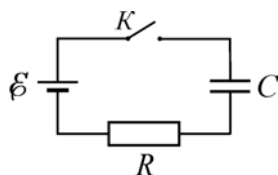
- 12** При поступательном движении прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле с индукцией  $B_1$  между концами проводника возникает разность потенциалов  $U$ . При движении этого проводника в той же плоскости и в том же направлении с такой же скоростью в однородном магнитном поле с индукцией  $B_2$  разность потенциалов между концами проводника уменьшилась в 2,5 раза. Чему равно отношение  $B_1/B_2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 13** Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен  $45^\circ$ . Чему равен угол между отражённым лучом и зеркалом?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ$ .

- 14** Незаряженный конденсатор подключён к батарее последовательно с резистором сопротивлением  $R = 40$  Ом (см. рисунок). В момент времени  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Результаты измерений силы тока  $I$  в цепи в зависимости от времени  $t$  представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мА}$	150	55	20	7,5	2,5	1	0,5

Внутренним сопротивлением батарейки, сопротивлением проводов и ключа можно пренебречь.

Выберите **все** верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе запишите их номера.

- 1) Напряжение на резисторе в процессе наблюдения уменьшается.
- 2) Через 5 с после замыкания ключа напряжение на конденсаторе было меньше, чем через 2 с после замыкания ключа.
- 3) ЭДС источника тока равна 15 В.
- 4) Заряд конденсатора в процессе наблюдения увеличивался.
- 5) В момент времени  $t = 3$  с напряжение на конденсаторе равно 5,7 В.

Ответ: \_\_\_\_\_.



- 15** По цилиндрической проволоке течёт электрический ток. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 9 раз и увеличении силы тока в 3 раза следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке, и её электрическое сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке	Электрическое сопротивление проволоки

- 16** Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция  ${}^4_2\text{He} + {}^{11}_5\text{B} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + {}^1_0\text{n}$  с образованием ядра химического элемента  ${}^A_Z\text{X}$ . Чему равно массовое число образовавшегося ядра?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 17** При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещали через светофильтры. В первой серии опытов использовали светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта и измеряли запирающее напряжение. Как изменятся частота световой волны и модуль запирающего напряжения при переходе от первой серии опытов ко второй?

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.

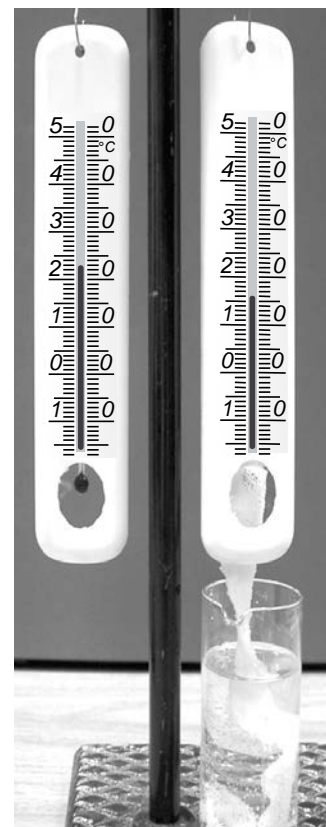
Частота волны света, падающего на фотоэлемент	Модуль запирающего напряжения

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

- 1) При свободном падении камня на землю его потенциальная энергия в поле тяжести Земли уменьшается.
- 2) Температура кипения жидкости зависит только от самой жидкости.
- 3) При увеличении напряжения на проволочном резисторе его сопротивление уменьшается.
- 4) При переходе электромагнитной волны из воздуха в стекло частота волны увеличивается.
- 5) Нейтральный атом алюминия  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  содержит 13 электронов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**19** Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра – этот прибор состоит из двух термометров, колбочка одного из которых обёрнута влажной тканью; см. фотографию. Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний «сухого» термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) °C.

**20**

Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментатора имеются спектрометры, состоящие из источника света (светодиода), дифракционной решётки и экрана. Параметры этих приборов приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от периода решётки?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решётке	Расстояние от дифракционной решётки до экрана
1	Красный	50	2 м
2	Зелёный	100	3 м
3	Синий	50	2 м
4	Красный	200	2 м
5	Жёлтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

--	--

## Часть 2

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

21

Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых лампы  $L$ , резистора сопротивлением  $R = 10$  Ом и идеального амперметра, параллельно которым подключён идеальный вольтметр. Эта цепь питается от регулируемого источника напряжения, в состав которого входят батарея, ключ  $K$  и потенциометр (делитель напряжения)  $P$ . Лаборант замыкает ключ, после чего, передвигая ползунок реостата и проводя наблюдения, записывает в таблицу несколько показаний  $I$  амперметра. Показания вольтметра он записать забывает.

$I, \text{A}$	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45
$U, \text{В}$					

Используя вольт-амперную характеристику лампы, изображённую на рисунке 2, помогите лаборанту восстановить показания  $U$  вольтметра и запишите их в таблицу. Решение объясните, опираясь на законы электродинамики.

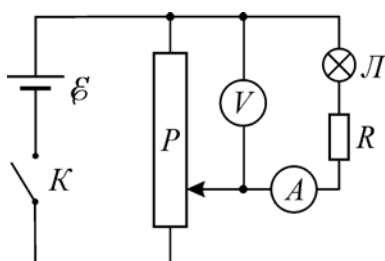


Рис. 1

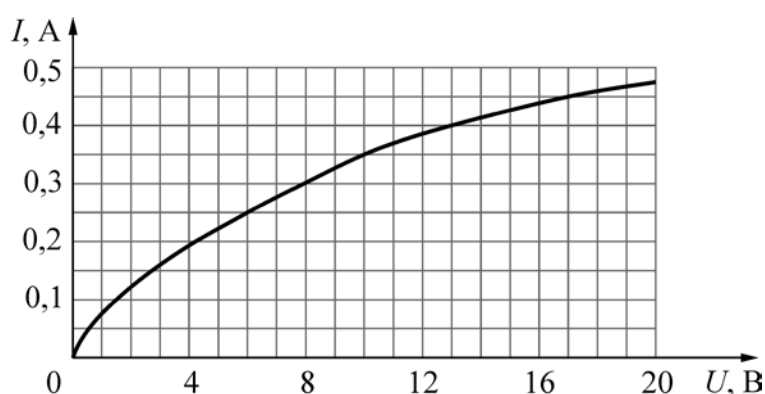


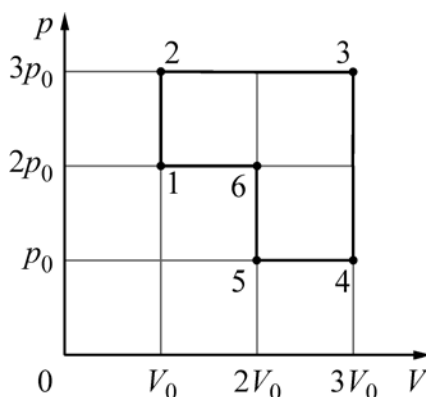
Рис. 2

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

**22** Небольшие одинаковые почти абсолютно упругие шарики покоятся на прямом горизонтальном гладком жёлобе на одинаковых расстояниях друг от друга. В некоторый момент первому слева шарiku толчком сообщают начальную скорость  $V_1$  в направлении остальных шариков, после чего происходят их последовательные столкновения. После  $n = 4$  их соударений оказалось, что пятый шарик приобрёл скорость  $V_5 = 0,9V_1$ . Сколько процентов кинетической энергии движущегося шарика терялось при каждом столкновении с покоящимся шариком?

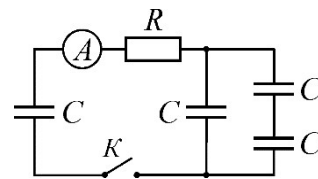
**23** В жёстком теплоизолированном сосуде находится  $\nu_1 = 1$  моль гелия со среднеквадратичной скоростью движения его атомов, равной  $V_1 = 1400$  м/с. В сосуд добавили  $\nu_2 = 0,8$  моля гелия с температурой  $T_2 = 350$  К. Какая температура  $T$  гелия установится в сосуде при достижении состояния термодинамического равновесия?

**24** Идеальный одноатомный газ, количество которого равно  $\nu = 0,04$  моля, используется в качестве рабочего тела в тепловом двигателе. На  $pV$ -диаграмме ( $p$  – давление газа,  $V$  – его объём) показан процесс 1–2–3–4–5–6–1, совершаемый газом в течение одного цикла работы двигателя. В качестве топлива для данного двигателя используется каменный уголь с удельной теплотой сгорания  $29,3$  МДж/кг, причём рабочее тело получает  $\eta = 1/3$  количества теплоты, выделяющегося при сгорании. В течение  $N = 10^5$  циклов работы двигателя сгорает  $M = 4$  кг угля. Чему равна температура газа в состоянии 3?



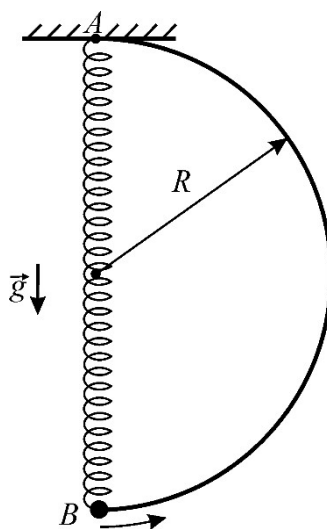
25

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все конденсаторы имеют одинаковую ёмкость  $C = 1 \text{ мкФ}$ , а резистор имеет сопротивление  $R = 100 \text{ Ом}$ . Вначале левый конденсатор заряжен до некоторого напряжения  $U$ , а все остальные конденсаторы не заряжены. Идеальный амперметр в первый момент после замыкания ключа  $K$  показал силу тока  $I = 2 \text{ А}$ . Какое количество теплоты выделится в данной цепи ко времени, когда показания амперметра уменьшатся до нуля?



26

Из жёсткой тонкой гладкой проволоки согнут каркас в виде половины окружности радиусом  $R$  и закреплён так, чтобы диаметр каркаса располагался вертикально (см. рисунок). В верхней точке  $A$  диаметра к каркасу прикреплён конец лёгкой пружины, длина которой в нерастянутом состоянии равна  $R$ . Ко второму концу пружины прикреплена маленькая бусинка  $B$  с просверлённым в ней отверстием. Если бусинка висит на пружине, находясь в состоянии равновесия, то удлинение пружины оказывается равным  $R/3$ .



Бусинку надевают на каркас так, что она покоится в нижней точке его диаметра. Затем, после очень малого начального воздействия, бусинка начинает скользить по каркасу. В тот момент, когда ось пружины составляет с вертикалью угол  $\alpha = \arccos(5/6)$ , модуль скорости бусинки равен  $V = 2 \text{ м/с}$ . Найдите радиус  $R$  каркаса. **Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.**

## Тренировочная работа №1 по ФИЗИКЕ

11 класс

15 октября 2025 года

Вариант ФИ2510104

Выполнена: ФИО \_\_\_\_\_ класс \_\_\_\_\_

### Инструкция по выполнению работы

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

***Желаем успеха!***

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

### Десятичные приставки

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

### Константы

число $\pi$	$\pi = 3,14$
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 –  $0^\circ\text{C}$

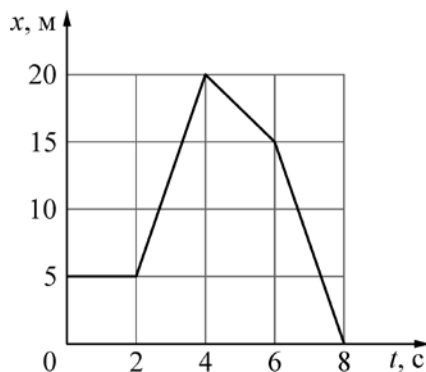
**Молярная масса**

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

- 1 На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  велосипедиста, движущегося вдоль оси  $OX$ , от времени  $t$ . Определите проекцию скорости  $V_x$  велосипедиста в течение промежутка времени от 6 с до 8 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

- 2 Две лёгкие пружины подвешены за концы к потолку. Эти пружины растягивают, прикладывая к их свободным концам направленные вниз одинаковые силы  $F$ . Жёсткость первой пружины в 1,2 раза больше жёсткости второй пружины. В равновесном состоянии удлинение второй пружины равно 24 мм. Чему равно удлинение первой пружины при её равновесии?

Ответ: \_\_\_\_\_ мм.

- 3 Из неподвижной пушки, стоящей на горизонтальной площадке, произведён выстрел. Снаряд массой 2 кг вылетел из ствола пушки горизонтально со скоростью 160 м/с относительно площадки. Чему равна масса пушки, если скорость пушки относительно площадки после выстрела равна 0,8 м/с?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

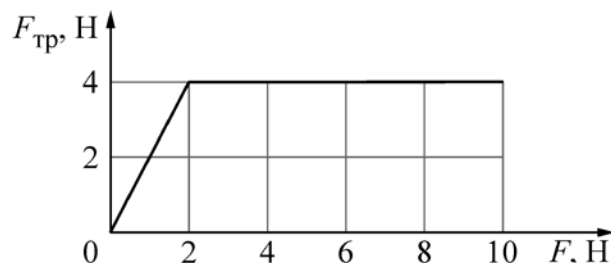
- 4 Период свободных гармонических колебаний первого математического маятника равен 1,2 с. Чему равен период свободных гармонических колебаний второго математического маятника, у которого длина нити в 4 раза больше, а масса груза в 4 раза меньше, чем у первого?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

5

При изучении свойств силы сухого трения был получен график зависимости модуля силы трения  $F_{\text{тр}}$ , действующей на находящееся на горизонтальном столе тело массой 0,5 кг, от модуля горизонтальной силы  $F$ , приложенной к этому телу (см. рисунок).

Выберите *все* утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

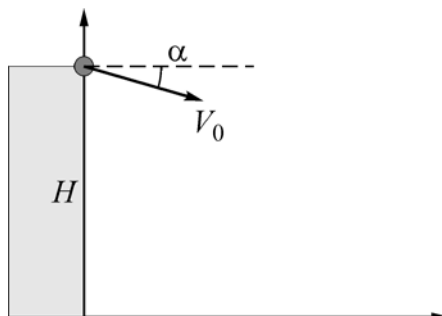


- 1) Сначала тело покоилось, а затем двигалось с постоянной скоростью.
- 2) Чтобы сдвинуть тело с места, нужно приложить силу  $F$ , модуль которой не менее 4 Н.
- 3) Кинетическая энергия тела в течение опыта постоянно возрастала.
- 4) Коэффициент трения тела о стол равен 0,4.
- 5) Когда модуль силы  $F$ , действующей на тело, равен 6 Н, тело движется с ускорением 4 м/с<sup>2</sup>.

Ответ: \_\_\_\_\_.

6

Мячик брошен с высоты  $H$  над горизонтальной поверхностью с начальной скоростью  $V_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту так, как показано на рисунке (угол отсчитывается от горизонтали в направлении по часовой стрелке). Как изменятся дальность полёта и модуль конечной скорости мячика, если увеличить угол  $\alpha$ , а остальные параметры оставить без изменения? Сопротивлением воздуха пренебречь.



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Дальность полёта мячика	Модуль конечной скорости мячика

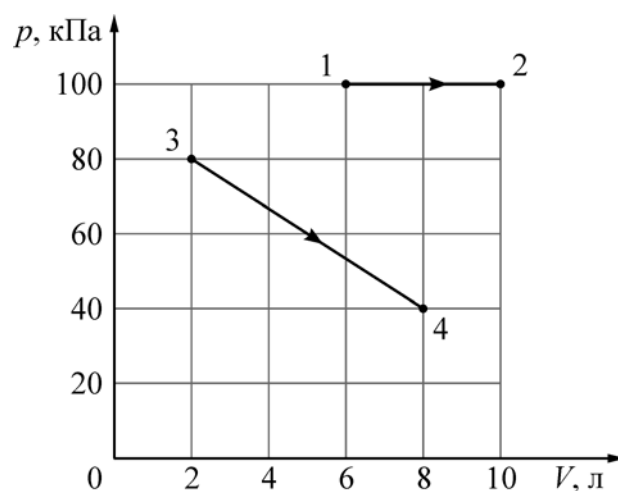
7

Неизменное количество идеального газа находится в сосуде с жёсткими стенками. При нагревании давление газа увеличилось в 2 раза. Чему равно отношение абсолютных температур газа в конечном и начальном состоянии  $T_2/T_1$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

8

На рисунке показаны зависимости давления  $p$  гелия от его объёма  $V$  для двух процессов: 1–2 и 3–4. Чему равно отношение  $A_{34}/A_{12}$  работы гелия в процессе 3–4 к работе гелия в процессе 1–2?



Ответ: \_\_\_\_\_.

9

Объём сосуда, содержащего 2 моля водорода, увеличили вдвое, и добавили в сосуд 1,5 моля азота. Температуру в сосуде поддерживали постоянной. Выберите из предложенного перечня **все** утверждения, которые верно отражают результаты этого опыта. В ответе запишите их номера.

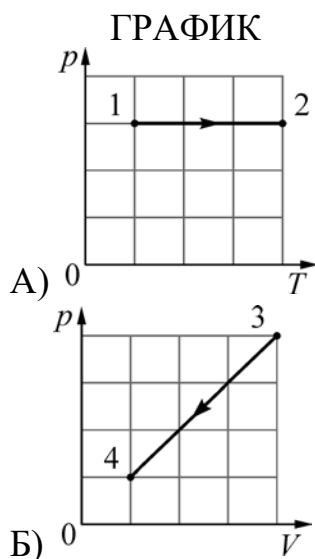
- 1) Концентрации водорода и азота в сосуде в конце опыта одинаковы.
- 2) Внутренняя энергия водорода не изменилась.
- 3) Плотность газа в сосуде увеличилась.
- 4) Давление в сосуде уменьшилось.
- 5) В конце опыта парциальное давление водорода больше, чем парциальное давление азота.

Ответ: \_\_\_\_\_.

10

На рисунках приведены графики А) и Б) двух различных процессов: 1–2 и 3–4, происходящих с 1 молем гелия. Графики построены в координатах  $p$ – $T$  и  $p$ – $V$ , где  $p$  – давление,  $V$  – объём и  $T$  – абсолютная температура газа. Установите соответствие между графиками и утверждениями, характеризующими изображённые на графиках процессы.

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



**УТВЕРЖДЕНИЕ**

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

Ответ: \_\_\_\_\_.

11

Сила взаимодействия между двумя точечными заряженными телами была равна 27 мН. Расстояние между ними увеличили в 3 раза, а заряд одного из тел увеличили в 4 раза. Определите величину силы кулоновского взаимодействия тел в этом случае.

Ответ: \_\_\_\_\_ мН.

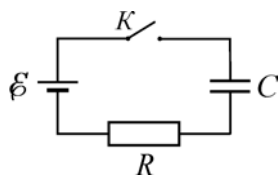
- 12** При скорости  $V_1$  поступательного движения прямолинейного проводника в постоянном однородном магнитном поле между концами проводника возникает разность потенциалов  $U$ . При движении этого проводника в этом же магнитном поле, в той же плоскости и в том же направлении со скоростью  $V_2$  разность потенциалов между концами проводника уменьшилась в 1,6 раза. Чему равно отношение скоростей  $V_1/V_2$ ?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 13** Луч света падает на плоское зеркало. Угол между падающим и отражённым лучами равен  $35^\circ$ . Чему равен угол между падающим лучом и зеркалом?

Ответ: \_\_\_\_\_  $^\circ$ .

- 14** Незаряженный конденсатор подключён к батарее последовательно с резистором сопротивлением  $R = 40$  Ом (см. рисунок). В момент времени  $t = 0$  ключ  $K$  замыкают. Результаты измерений силы тока  $I$  в цепи в зависимости от времени  $t$  представлены в таблице.



$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6
$I, \text{мА}$	150	55	20	7,5	2,5	1	0,5

Внутренним сопротивлением батарейки, сопротивлением проводов и ключа можно пренебречь.

Выберите **все** верные утверждения о процессах, наблюдаемых в опыте. В ответе запишите их номера.

- 1) Сила тока в резисторе в процессе наблюдения увеличивается.
- 2) Через 6 с после замыкания ключа конденсатор полностью зарядился.
- 3) ЭДС источника тока равна 6 В.
- 4) Энергия конденсатора в процессе наблюдения увеличивалась.
- 5) В момент времени  $t = 3$  с напряжение на конденсаторе равно 5 В.

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 15** Цилиндрическая проволока подключена к источнику постоянного напряжения, величину которого можно регулировать. Как изменятся при уменьшении длины проволоки в 4 раза и увеличении напряжения в 2 раза следующие величины: тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке, и её электрическое сопротивление?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Тепловая мощность, выделяющаяся в проволоке	Электрическое сопротивление проволоки

- 16** Ядро бора может захватить альфа-частицу, в результате чего происходит ядерная реакция  ${}_2^4\text{He} + {}_{11}^1\text{B} \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^1\text{n}$  с образованием ядра химического элемента  ${}_Z^AX$ . Чему равен заряд образовавшегося ядра?

Ответ: \_\_\_\_\_.

- 17** При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещали через светофильтры. В первой серии опытов использовали светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – только зелёный. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта. Как изменятся длина световой волны и работа выхода фотоэлектронов при переходе от первой серии опытов ко второй?

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.

Длина волны света, падающего на фотоэлемент	Работа выхода фотоэлектронов

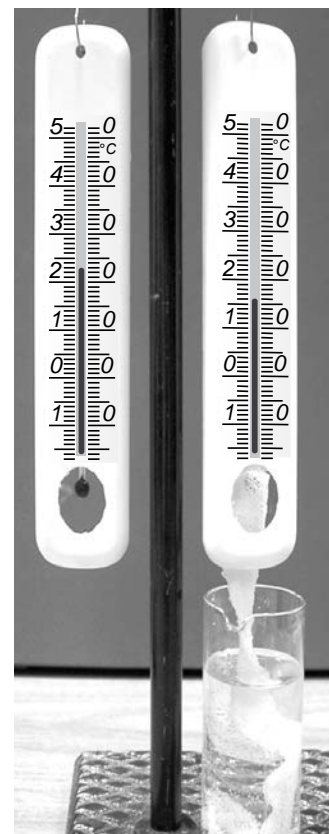


**18** Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.

- 1) При свободном падении камня на землю его кинетическая энергия уменьшается.
- 2) Испарение жидкости происходит при любых температурах, соответствующих жидкому состоянию данного вещества.
- 3) При увеличении напряжения на резисторе сила тока в нём увеличивается.
- 4) Если неподвижный магнит находится в катушке, то в ней возникает ЭДС индукции.
- 5) Нейтральный атом алюминия  ${}_{13}^{27}\text{Al}$  содержит 27 электронов.

Ответ: \_\_\_\_\_.

**19** Ученик измерял относительную влажность воздуха с помощью психрометра – этот прибор состоит из двух термометров, колбочка одного из которых обёрнута влажной тканью (см. фотографию). Абсолютная погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Запишите в ответ величину показаний «влажного» термометра с учётом погрешности измерений.



Ответ: ( \_\_\_\_\_  $\pm$  \_\_\_\_\_ ) °C.

**20**

Необходимо экспериментально изучить свойства дифракционного спектрометра. В распоряжении экспериментатора имеются спектрометры, состоящие из источника света (светодиода), дифракционной решётки и экрана. Параметры этих приборов приведены в таблице. Какие два спектрометра нужно использовать для того, чтобы на опыте обнаружить зависимость расстояния между первыми дифракционными максимумами от длины волны света?

№ спектрометра	Светодиод	Количество штрихов на мм в решётке	Расстояние от дифракционной решётки до экрана
1	Красный	50	2 м
2	Зелёный	100	3 м
3	Синий	50	2 м
4	Красный	200	3 м
5	Жёлтый	100	1,5 м

В ответе запишите номера выбранных спектрометров.

Ответ:

--	--

## Часть 2

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

21

Электрическая цепь состоит из последовательно соединённых лампы  $L$  и резистора сопротивлением  $R = 20$  Ом, параллельно которым подключён идеальный вольтметр  $V_2$ . Эта цепь питается от регулируемого источника напряжения, в состав которого входят батарея, ключ  $K$  и потенциометр (делитель напряжения)  $P$ . Лаборант замыкает ключ, после чего, передвигая ползунок реостата и проводя наблюдения, записывает в таблицу несколько показаний  $V_1$  другого идеального вольтметра, подключенного к резистору. Показания вольтметра  $V_2$  он записать забывает.

$V_1, \text{В}$	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
$V_2, \text{В}$					

Используя вольт-амперную характеристику лампы, изображённую на рисунке 2, помогите лаборанту восстановить показания вольтметра  $V_2$  и запишите их в таблицу. Решение объясните, опираясь на законы электродинамики.

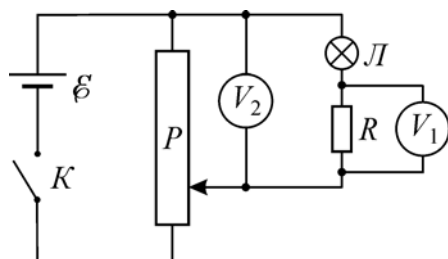


Рис. 1

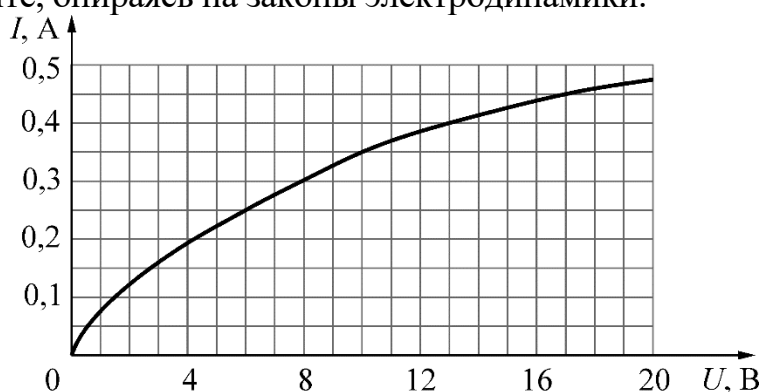


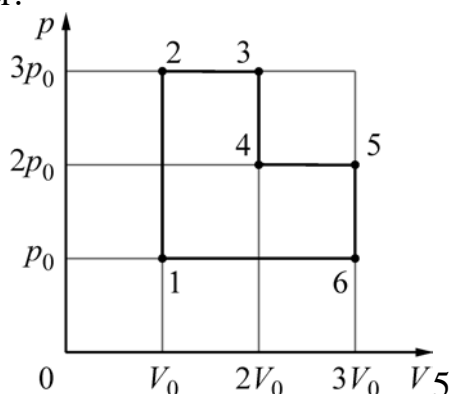
Рис. 2

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

**22** Небольшие одинаковые почти абсолютно упругие шарики покоятся на прямом горизонтальном гладком жёлобе на одинаковых расстояниях друг от друга. В некоторый момент первому слева шарiku толчком сообщают начальную скорость  $V_1$  в направлении остальных шариков, после чего происходят их последовательные столкновения. После  $n = 9$  соударений оказалось, что десятый шарик приобрёл скорость  $V_{10} = 0,8V_1$ . Сколько процентов от кинетической энергии движущегося шарика передавалось следующему покоящемуся шарiku при каждом столкновении?

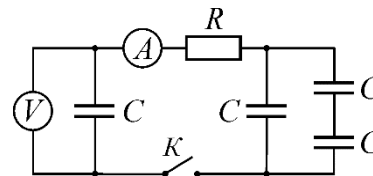
**23** В жёстком теплоизолированном сосуде объёмом  $V = 50$  л находится  $\nu_1 = 1$  моль гелия со среднеквадратичной скоростью движения его атомов, равной  $V_1 = 1400$  м/с. В сосуд добавили  $\nu_2 = 0,8$  моля гелия с температурой  $T_2 = 330$  К. Какое давление  $p$  гелия установится в сосуде при достижении состояния термодинамического равновесия?

**24** Идеальный одноатомный газ, количество которого равно  $\nu = 0,05$  моля, используется в качестве рабочего тела в тепловом двигателе. На  $pV$ -диаграмме ( $p$  – давление газа,  $V$  – его объём) показан процесс 1–2–3–4–5–6–1, совершаемый газом в течение одного цикла работы двигателя. В качестве топлива для данного двигателя используется каменный уголь с удельной теплотой сгорания  $29,3$  МДж/кг, причём рабочее тело получает  $\eta = 50\%$  количества теплоты, выделяющегося при сгорании. Температура газа в состоянии 4 равна  $T_4 = 500$  К. Какая масса угля сгорает в течение  $N = 10^4$  циклов работы двигателя?



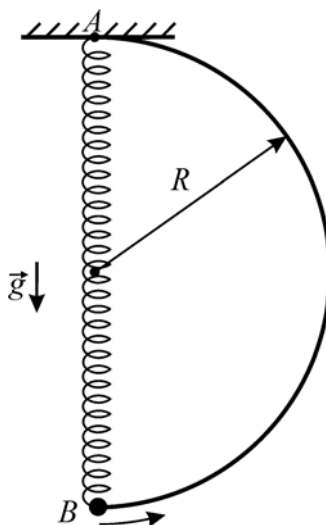
25

В электрической цепи, схема которой изображена на рисунке, все конденсаторы имеют одинаковую ёмкость  $C = 5 \text{ мкФ}$ , а резистор имеет сопротивление  $R = 200 \text{ Ом}$ . Вначале левый конденсатор заряжен до некоторого напряжения  $U$ , а все остальные конденсаторы не заряжены. Идеальный амперметр в первый момент после замыкания ключа  $K$  показал силу тока  $I = 1 \text{ А}$ . Какая энергия  $W_k$  окажется запасённой в левом конденсаторе после того, как показания вольтметра перестанут изменяться?



26

Из жёсткой тонкой гладкой проволоки согнут каркас в виде половины окружности радиусом  $R = 60 \text{ см}$  и закреплён так, чтобы диаметр каркаса располагался вертикально (см. рисунок). В верхней точке  $A$  диаметра к каркасу прикреплён конец лёгкой пружины, длина которой в нерастянутом состоянии равна  $R$ . Ко второму концу пружины прикреплена маленькая бусинка  $B$  с просверлённым в ней отверстием. Если бусинка висит на пружине, находясь в состоянии равновесия, то удлинение пружины оказывается равным  $R/3$ .



Бусинку надевают на каркас так, что она покоится в нижней точке его диаметра. Затем, после очень малого начального воздействия, бусинка начинает скользить по каркасу. Найдите модуль скорости бусинки в тот момент, когда ось пружины будет составлять с вертикалью угол  $\alpha = \arccos(7/8)$ .

**Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.**