

Тренировочная работа №4 по ФИЗИКЕ

11 класс

14 марта 2025 года

Вариант ФИ2410401

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

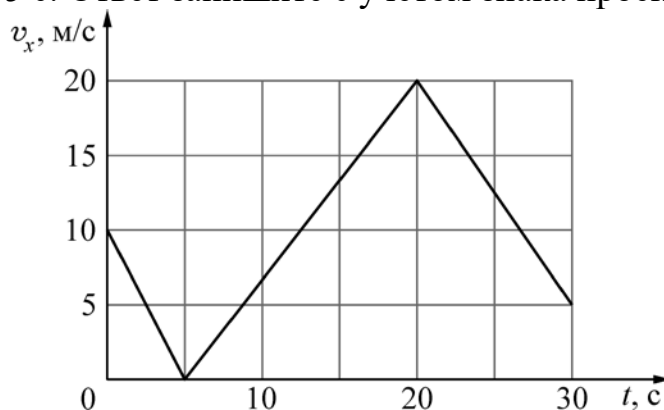
Молярная масса

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 приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t . Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 0 с до 5 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

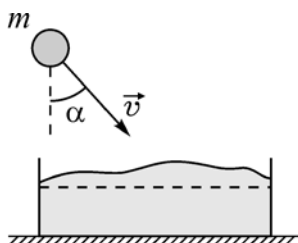


Ответ: _____ м/с².

- 2 Модуль силы трения, действующей на скользящий по горизонтальной доске стальной брусок массой 200 г, равен 0,9 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стали по дереву, из которого изготовлена доска?

Ответ: _____.

- 3 Камень массой $m = 2$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью $v = 15$ м/с в ящик с песком общей массой $M = 18$ кг, который покоится на гладком горизонтальном столе (см. рисунок). Определите скорость ящика после застревания камня в песке.

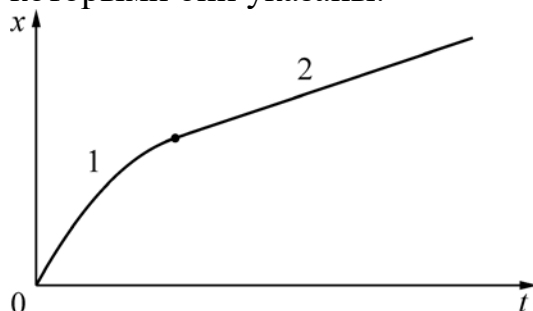


Ответ: _____ м/с.

- 4 Смещение x груза пружинного маятника меняется с течением времени t по закону $x = A \sin(4\pi t)$. Через какое минимальное время, начиная с момента $t_0 = 0$, кинетическая энергия груза маятника примет минимальное значение?

Ответ: _____ с.

- 5 Бусинка движется по неподвижной горизонтальной спице, параллельной оси OX . На графике изображена зависимость координаты x бусинки от времени t . На основании графика выберите все верные утверждения о движении бусинки на участках 1 (ветвь параболы) и 2 (линейная зависимость). Запишите цифры, под которыми они указаны.

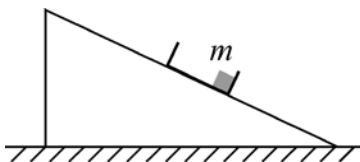


- 1) На участке 1 кинетическая энергия бусинки уменьшается, а на участке 2 увеличивается.
- 2) На участке 1 модуль скорости бусинки увеличивается, а на участке 2 не изменяется.
- 3) На участке 2 равнодействующая всех сил, действующих на бусинку, равна 0.
- 4) На участке 1 модуль импульса бусинки уменьшается, а на участке 2 остаётся неизменным.
- 5) На участке 1 вектор скорости бусинки направлен в ту же сторону, что и вектор её ускорения.

Ответ: _____.

6

С вершины шероховатой наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкий ящик, в котором находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости и модуль работы силы трения, действующей на ящик, если с той же наклонной плоскости будет скользить тот же ящик с грузом массой $4m$?



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 движения	Модуль работы силы трения

7

Давление постоянной массы идеального газа в сосуде с жёсткими стенками при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ равно $p = 45$ кПа. Каким будет давление в этом сосуде, если газ нагреть до температуры 127°C ?

Ответ: _____ кПа.

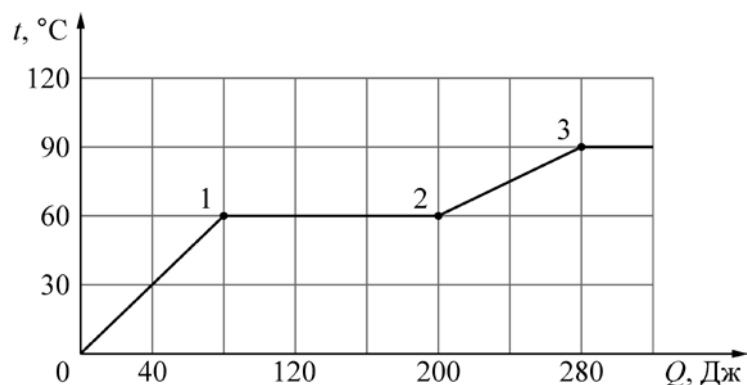
8

Чему равен максимально возможный КПД теплового двигателя, если температура его нагревателя равна 500 К, а температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя?

Ответ: _____ %.

9

В калориметре под поршнем находится вещество в твёрдом состоянии. Калориметр поместили в разогретую печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите номера этих утверждений.



- 1) Температура плавления вещества равна 90 °C.
- 2) Точка 2 графика соответствует моменту, к которому вещество полностью расплавилось.
- 3) Теплоёмкость вещества в жидком состоянии меньше, чем в твёрдом.
- 4) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать количество теплоты 120 Дж.
- 5) Участок 2–3 графика соответствует переходу вещества в газообразное состояние.

Ответ: _____.

- 10** В сосуде находится идеальный одноатомный газ, масса одной молекулы которого равна m_0 . Концентрация газа равна n , а абсолютная температура равна T . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k – постоянная Больцмана). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) давление газа	1) $\sqrt{\frac{3kT}{2m_0}}$
Б) среднеквадратичная скорость молекул газа	2) nkT
	3) $\frac{1}{3}nkT$
	4) $\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$

Ответ:

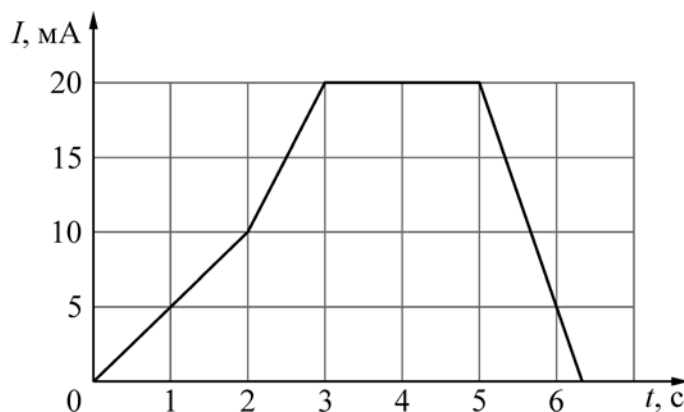
А	Б

- 11** На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Точка А расположена посередине между зарядами. Во сколько раз увеличится модуль вектора напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке А, если заменить заряд $+q$ на точечный заряд $+2,5q$?



Ответ: _____ раз(а).

- 12 На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в катушке, индуктивность которой равна 5 мГн . Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 с до 6 с .



Ответ: _____ мкВ.

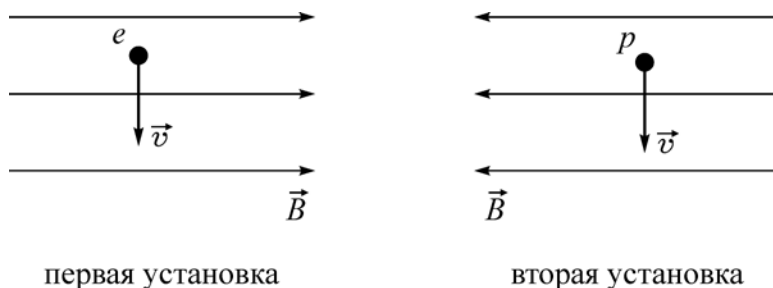
- 13 В первом идеальном колебательном контуре происходят колебания силы тока с периодом 2 мс . С каким периодом будет изменяться заряд на пластинах конденсатора второго идеального колебательного контура, если и ёмкость конденсатора, и индуктивность катушки второго контура в два раза больше, чем у первого?

Ответ: _____ мс.

14

В двух экспериментальных установках созданы однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых равны по модулю и противоположны по направлению. В первую установку влетает электрон, а во вторую протон. Векторы скорости обеих частиц одинаковы по модулю и перпендикулярны вектору индукции магнитного поля (см. рисунок).

Выберите все верные утверждения о движении частиц в первой и второй установках. Действием силы тяжести на частицы пренебречь.



- 1) Силы Лоренца, действующие на электрон и протон, направлены в противоположные стороны.
- 2) Радиус окружности, по которой обращается протон в магнитном поле, больше радиуса окружности, по которой обращается электрон в магнитном поле.
- 3) Сила Лоренца, действующая на протон, совершает положительную работу при его движении в магнитном поле.
- 4) Модуль импульса электрона в процессе его движения остаётся постоянным.
- 5) Кинетические энергии обеих частиц остаются постоянными в процессе их движения.

Ответ: _____.

15

К концам длинного однородного медного провода приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменятся при этом сила тока в проводе и его 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.

Сила тока в проводе	Сопротивление провода

- 16 Период полураспада изотопа калия $^{42}_{19}\text{K}$ равен 12,4 ч. Изначально образец содержал 3 мкмоль этого изотопа. Сколько микромолей этого изотопа останется в образце через 24,8 ч?

Ответ: _____ мкмоль.

- 17 При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещали через различные светофильтры и наблюдали явление фотоэффекта. В первом опыте использовали светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во втором опыте – только оранжевый.

Как изменяются длина прошедшей через светофильтр световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первого опыта ко второму? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Длина световой волны	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

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

- 1) При уменьшении скорости движущегося тела его кинетическая энергия не изменяется.
- 2) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия уменьшается при уменьшении температуры газа.
- 3) Сопротивление алюминиевой проволоки постоянной толщины прямо пропорционально её длине.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воды в воздух частота волны уменьшается.
- 5) При испускании протона масса атомного ядра не меняется.

Ответ: _____.

- 19** Определите напряжение, которое показывает вольтметр (см. фотографию), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления прибора.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

- 20** Для проведения лабораторной работы по исследованию зависимости мощности электрического тока, выделяющейся в резисторе, от внутреннего сопротивления аккумулятора, собрали электрические цепи. Они состояли из последовательно соединённых резистора и аккумулятора с отличным от нуля внутренним сопротивлением. Характеристики этих цепей даны в таблице. Какие две цепи необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

Номер цепи	ЭДС аккумулятора, В	Внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом	Сопротивление резистора, Ом
1	6	0,5	10
2	4	0,5	12
3	6	1	10
4	6	0,5	12
5	3	1	15

В ответе запишите номера выбранных цепей.

Ответ:

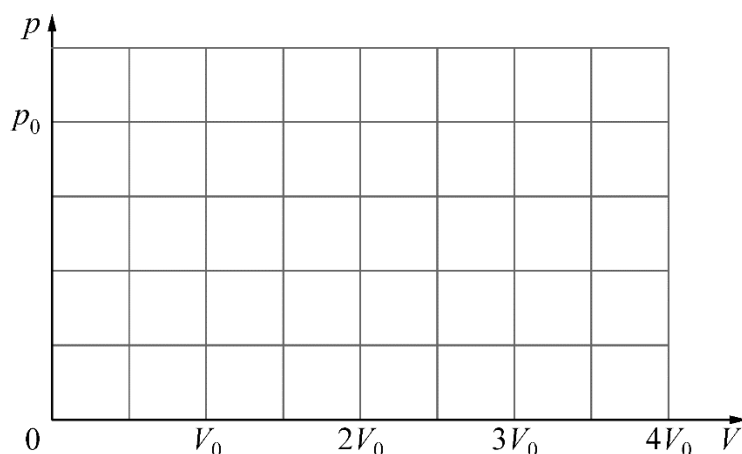
--	--

Часть 2

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

21

В закрытом подвижным поршнем сосуде с начальным объёмом $V_0 = 5$ л при температуре $t_0 = 89$ °С находятся $m_0 = 2$ г жидкой воды и её насыщенный пар. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре равно $p_0 = 67$ кПа. Двигая поршень, объём сосуда медленно увеличивают в 4 раза, поддерживая температуру его содержимого постоянной. Затем поршень закрепляют и увеличивают абсолютную температуру содержимого сосуда в 2 раза. Используя представленную на рисунке координатную сетку, постройте график зависимости давления p пара в сосуде от занимаемого им объёма V . Объясните построение графика, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



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.

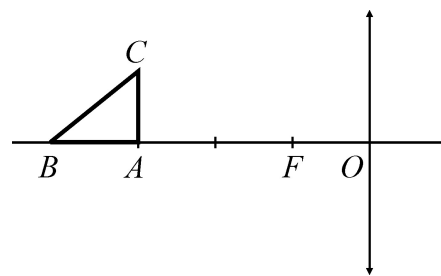
22

Шарик массой $M = 10$ кг скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью $V_1 = 5$ м/с и испытывает лобовое столкновение с покоящимся шариком массой $m = 2$ кг. После этого скорость тяжёлого шарика остаётся направленной вдоль той же прямой и уменьшается до значения $V_2 = 4$ м/с. Какое количество теплоты Q выделяется в процессе столкновения шариков?

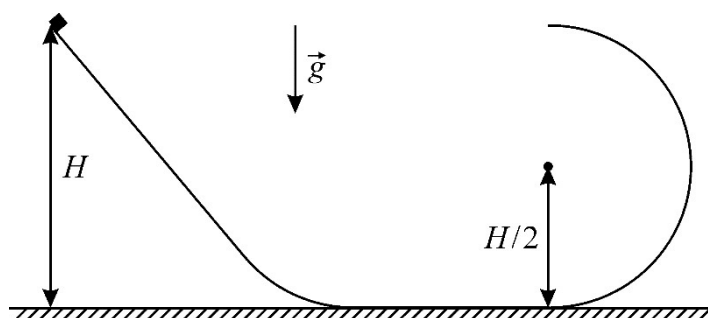
23 Можно считать, что вся поверхность Земли равномерно заряжена отрицательным зарядом $q_3 \approx 0,5$ МКл, а ионосфера имеет такой же по модулю положительный заряд. Пусть в электростатическом поле у поверхности Земли покоится пушинка массой $m_{\text{п}} = 0,01$ г, заряженная некоторым отрицательным зарядом. Какое дополнительное количество N электронов находится на первоначально незаряженной пушинке? Радиус Земли $R_3 = 6400$ км.

24 В жёсткий теплоизолированный пустой сосуд объёмом $V = 25$ литров напустили $\nu_1 = 0,5$ моль гелия со среднеквадратичной скоростью атомов $v_1 = 1400$ м/с, а затем добавили ещё $\nu_2 = 0,5$ моль неона со среднеквадратичной скоростью атомов $v_2 = 620$ м/с. Какое давление p установится в сосуде после достижения равновесного состояния?

25 Прямоугольный треугольник ABC расположен около тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 2$ см так, что катет AB лежит на главной оптической оси линзы (см. рис.). Расстояние от оптического центра O линзы до вершины A прямого угла этого треугольника равно $OA = 3F$, длина катета AC равна F . Чему равно расстояние OB , если площадь фигуры, являющейся изображением треугольника ABC в линзе, в $k = 12$ раз меньше площади треугольника ABC ?



26 Небольшое тело начинает скользить без начальной скорости с высоты $H = 2,16$ м по жёсткому наклонному желобу, имеющему горизонтальный участок, который затем переходит в полуокружность радиусом $H/2$ (см. рисунок). Жёлоб закреплён в вертикальной плоскости, все его участки плавно состыкованы. Через какое время после отрыва от желоба модуль скорости тела будет минимальным? Трение отсутствует. **Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.**



Тренировочная работа №4 по ФИЗИКЕ

11 класс

14 марта 2025 года

Вариант ФИ2410402

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

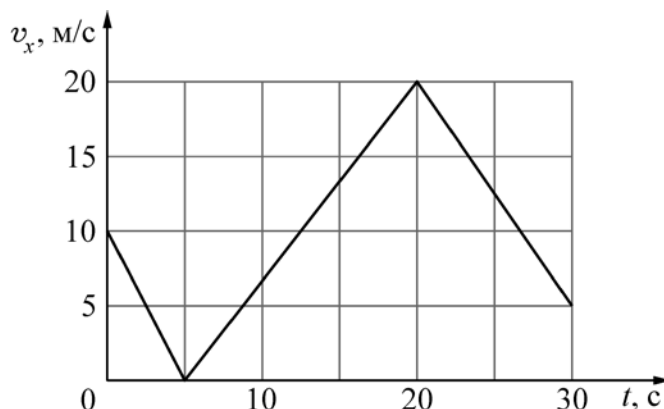
Молярная масса

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 приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t . Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 20 с до 30 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

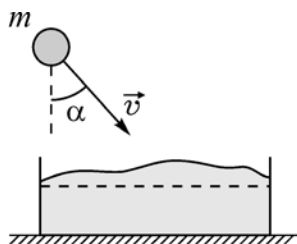


Ответ: _____ м/с².

- 2** Модуль силы трения, действующей на скользящий по горизонтальной доске стеклянный кубик массой 350 г, равен 0,84 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стекла по дереву, из которого изготовлена доска?

Ответ: _____.

- 3** Камень массой $m = 2$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали в ящик с песком общей массой $M = 10$ кг, который покоится на гладком горизонтальном столе (см. рисунок). Определите скорость камня перед попаданием в ящик, если после застревания камня в песке ящик начал скользить со скоростью 1,2 м/с.

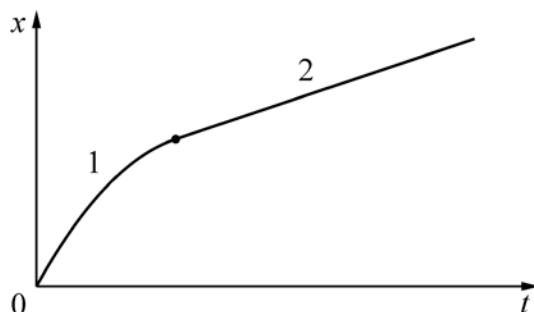


Ответ: _____ м/с.

- 4 Координата x груза пружинного маятника, расположенного на гладком горизонтальном столе, меняется с течением времени t по закону $x = A \cos(4\pi t)$. Через какое минимальное время, начиная с момента $t_0 = 0$, потенциальная энергия пружины маятника станет равна нулю?

Ответ: _____ с.

- 5 Бусинка движется по неподвижной горизонтальной спице, параллельной оси OX . На графике изображена зависимость координаты x бусинки от времени t . На основании графика выберите все верные утверждения о движении бусинки на участках 1 (ветвь параболы) и 2 (линейная зависимость). Запишите цифры, под которыми они указаны.

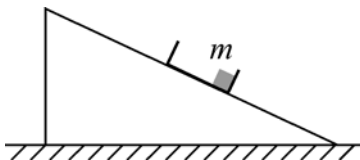


- 1) На участке 1 кинетическая энергия бусинки уменьшается, а на участке 2 не изменяется.
- 2) На участке 1 модуль скорости бусинки не изменяется, а на участке 2 увеличивается.
- 3) На участке 1 равнодействующая всех сил, действующих на бусинку, направлена в положительном направлении оси OX .
- 4) Модуль импульса бусинки остаётся неизменным в течение всего времени движения.
- 5) На участке 1 вектор скорости бусинки направлен противоположно вектору её ускорения.

Ответ: _____.

6

С вершины шероховатой наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкий ящик, в котором находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся максимальная скорость ящика и модуль работы силы нормальной реакции опоры, действующей на ящик, если с той же наклонной плоскости будет скользить тот же ящик с грузом массой $0,5m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Максимальная скорость ящика	Модуль работы силы нормальной реакции опоры

7

Давление постоянной массы идеального газа в сосуде с жёсткими стенками при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ равно $p = 60$ кПа. До какой температуры нагрели этот газ, если его давление после нагревания стало равным $p_1 = 100$ кПа?

Ответ: _____ $^\circ\text{C}$.

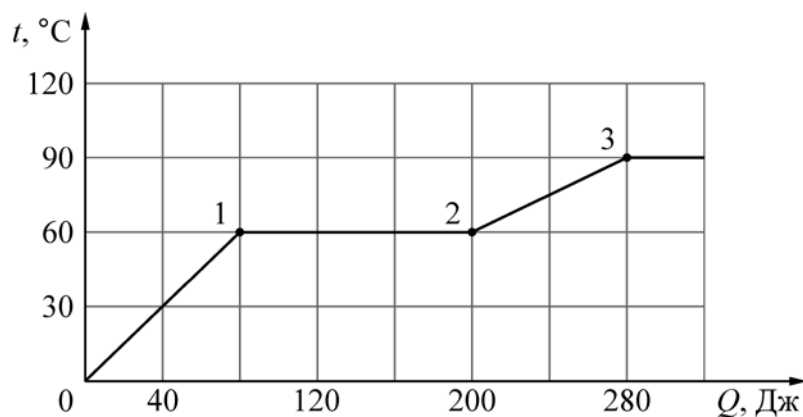
8

Температура холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна 300 К. Чему равна температура его нагревателя, если КПД двигателя равен 60% ?

Ответ: _____ К.

9

В калориметре под поршнем находится вещество в твёрдом состоянии. Калориметр поместили в разогретую печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите номера этих утверждений.



- 1) Температура плавления вещества равна $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 2) Точка 1 графика соответствует жидкому состоянию вещества.
- 3) Теплоёмкость вещества в жидком состоянии больше, чем в твёрдом.
- 4) Для того чтобы расплавить половину вещества, уже находящегося при температуре плавления, ему надо передать количество теплоты 140 Дж .
- 5) Участок 2–3 графика соответствует процессу нагревания вещества, находящегося в жидком состоянии.

Ответ: _____.

- 10** В сосуде находится идеальный одноатомный газ. Давление газа равно p , абсолютная температура равна T , а среднеквадратичная скорость его молекул равна v . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k – постоянная Больцмана). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) концентрация газа	1) $\frac{3kT}{v^2}$
Б) масса одной молекулы газа	2) $\frac{p}{kT}$
	3) $\frac{3p}{2kT}$
	4) $\frac{kT}{3v^2}$

Ответ:

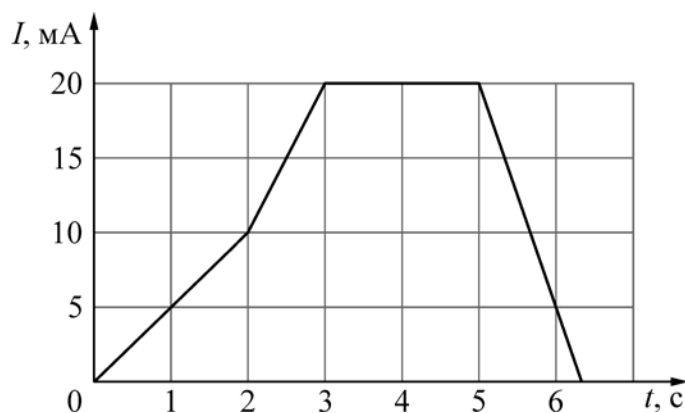
А	Б

- 11** На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Точка А расположена посередине между зарядами. Во сколько раз уменьшится модуль вектора напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке А, если заменить заряд $-2q$ на точечный заряд $+3q$?



Ответ: _____ раз(а).

- 12** На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в катушке, индуктивность которой равна 5 мГн . Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 2 с до 3 с .



Ответ: _____ мкВ.

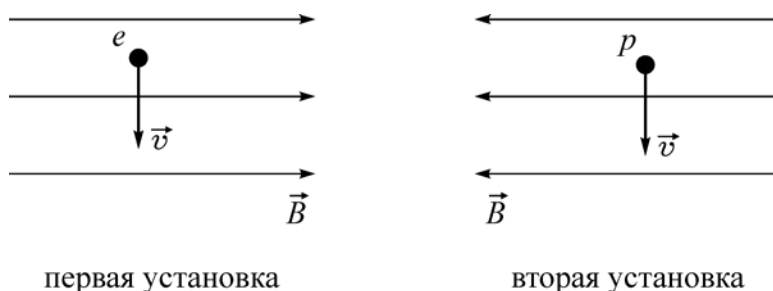
- 13** В первом идеальном колебательном контуре происходят колебания силы тока с частотой 50 кГц . С какой частотой будет изменяться заряд на пластинах конденсатора второго идеального колебательного контура, если и ёмкость конденсатора, и индуктивность катушки второго контура в два раза меньше, чем у первого?

Ответ: _____ кГц.

14

В двух экспериментальных установках созданы однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых равны по модулю и противоположны по направлению. В первую установку влетает электрон, а во вторую протон. Векторы скорости обеих частиц одинаковы по модулю и перпендикулярны вектору индукции магнитного поля (см. рисунок).

Выберите все верные утверждения о движении частиц в первой и второй установках. Действием силы тяжести на частицы пренебечь.



- 1) Сила Лоренца, действующая на протон, направлена перпендикулярно плоскости рисунка.
- 2) Радиус окружности, по которой обращается протон в магнитном поле, меньше радиуса окружности, по которой обращается электрон в магнитном поле.
- 3) Сила Лоренца, действующая на электрон, совершает отрицательную работу при его движении в магнитном поле.
- 4) Модуль импульса протона в процессе его движения увеличивается.
- 5) Кинетическая энергия электрона остаётся постоянной в процессе его движения.

Ответ: _____.

15

К концам длинного однородного медного провода приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему напряжение $U/2$. Как изменятся при этом сила тока и мощность тока в проводе?

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.

Сила тока в проводе	Мощность тока в проводе

- 16 Период полураспада изотопа калия $^{42}_{19}\text{K}$ равен 12,4 ч. Изначально образец содержал 8 мкмоль этого изотопа. Сколько микромолей этого изотопа останется в образце через 49,6 ч?

Ответ: _____ мкмоль.

- 17 При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты волны падающего света фотоэлемент освещали через различные светофильтры и наблюдали явление фотоэффекта. В первом опыте использовали светофильтр, пропускающий только жёлтый свет, а во втором опыте – только зелёный.

Как изменяются частота прошедшей через светофильтр световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первого опыта ко второму? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

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

- 1) Если вектор ускорения тела и вектор его скорости направлены в одну сторону, то модуль скорости тела увеличивается.
- 2) Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул гелия не зависит от температуры газа.
- 3) При последовательном соединении резисторов сила тока в них одинакова.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воды в воздух частота волны увеличивается.
- 5) При испускании нейтрона масса атомного ядра не меняется.

Ответ: _____.

- 19** Определите напряжение, которое показывает вольтметр (см. фотографию), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления прибора.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

- 20** Для проведения лабораторной работы по исследованию зависимости мощности электрического тока, выделяющейся в резисторе, от ЭДС аккумулятора собрали электрические цепи. Они состояли из последовательно соединённых резистора и аккумулятора с отличным от нуля внутренним сопротивлением. Характеристики этих цепей даны в таблице. Какие две цепи необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

Номер цепи	ЭДС аккумулятора, В	Внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом	Сопротивление резистора, Ом
1	6	0,5	10
2	4	0,5	10
3	6	1	10
4	6	0,5	12
5	3	1	15

В ответе запишите номера выбранных цепей.

Ответ:

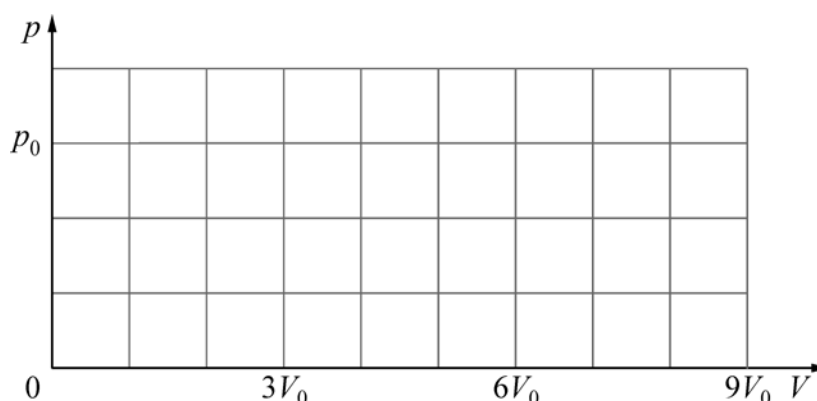
--	--

Часть 2

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

21

В закрытом подвижным поршнем сосуде с начальным объёмом $V_0 = 8$ л при температуре $t_0 = 76$ °С находятся $m_0 = 4$ г жидкой воды и её насыщенный пар. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре равно $p_0 = 40,2$ кПа. Двигая поршень, объём сосуда медленно увеличивают в 9 раз, поддерживая температуру его содержимого постоянной. Затем поршень закрепляют и увеличивают абсолютную температуру содержимого сосуда в 3 раза. Используя представленную на рисунке координатную сетку, постройте график зависимости давления p пара в сосуде от занимаемого им объёма V . Объясните построение графика, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



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.

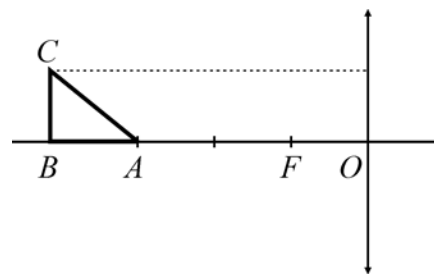
22

Шарик массой $M = 5$ кг скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью $V = 10$ м/с и испытывает лобовое столкновение с покоящимся шариком массой $m = 3$ кг. После этого скорость тяжёлого шарика остаётся направленной вдоль той же прямой и уменьшается на $\Delta V = 3$ м/с. Какое количество теплоты Q выделяется в процессе столкновения шариков?

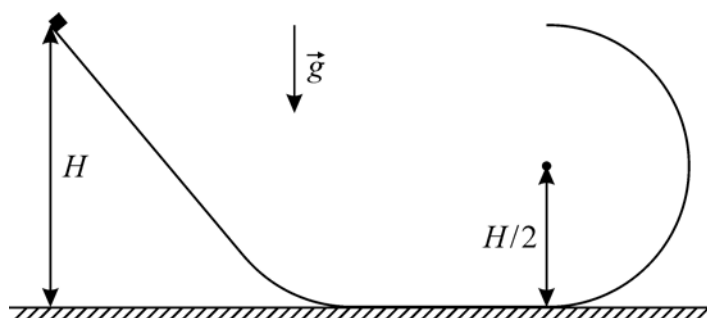
- 23 Можно считать, что вся поверхность Земли равномерно заряжена отрицательным зарядом $q_3 \approx 0,5$ МКл, а ионосфера имеет такой же по модулю положительный заряд. Пусть в электростатическом поле у поверхности Земли покоится пушинка, на которой дополнительно (по сравнению с изначально нейтральной пушинкой) находится $N = 2 \cdot 10^{13}$ электронов. Какова масса $m_{\text{п}}$ пушинки? Радиус Земли $R_3 = 6400$ км.

- 24 В жёсткий теплоизолированный пустой сосуд объёмом $V = 50$ литров напустили $\nu_1 = 0,8$ моль неона со среднеквадратичной скоростью атомов $v_1 = 600$ м/с, а затем добавили ещё $\nu_2 = 1,2$ моль аргона со среднеквадратичной скоростью атомов $v_2 = 450$ м/с.
Какая температура T установится в сосуде после достижения равновесного состояния?

- 25 Прямоугольный треугольник ABC расположен около тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 3$ см так, что катет AB лежит на главной оптической оси линзы (см. рис.). Расстояние от оптического центра O линзы до вершины A острого угла этого треугольника равно $OA = 3F$, длина катета BC равна F . Чему равно расстояние OB , если площадь фигуры, являющейся изображением треугольника ABC в линзе, в $k = 18$ раз меньше площади треугольника ABC ?



- 26 Небольшое тело начинает скользить без начальной скорости с высоты $H = 0,54$ м по жёсткому наклонному желобу, имеющему горизонтальный участок, который затем переходит в полуокружность радиусом $H/2$ (см. рисунок). Жёлоб закреплён в вертикальной плоскости, все его участки плавно состыкованы. Через какое время после отрыва от желоба тело поднимется на максимальную высоту? Трение отсутствует. **Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.**



Тренировочная работа №4 по ФИЗИКЕ

11 класс

14 марта 2025 года

Вариант ФИ2410403

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

Молярная масса

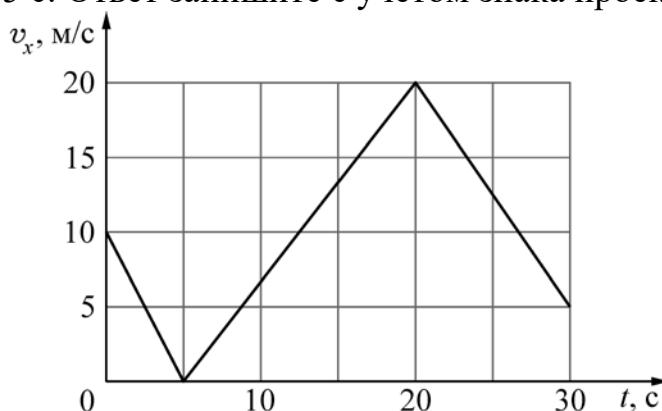
азота	$28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	гелия	$4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
аргона	$40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	кислорода	$32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
водорода	$2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	лития	$6 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воздуха	$29 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	неона	$20 \cdot 10^{-3}$ кг/моль
воды	$18 \cdot 10^{-3}$ кг/моль	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 приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t . Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 0 с до 5 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.



Ответ: _____ м/с².

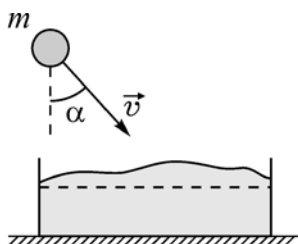
2

Модуль силы трения, действующей на скользящий по горизонтальной доске стеклянный кубик массой 350 г, равен 0,84 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стекла по дереву, из которого изготовлена доска?

Ответ: _____.

3

Камень массой $m = 2$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали со скоростью $v = 15$ м/с в ящик с песком общей массой $M = 18$ кг, который покоится на гладком горизонтальном столе (см. рисунок). Определите скорость ящика после застревания камня в песке.

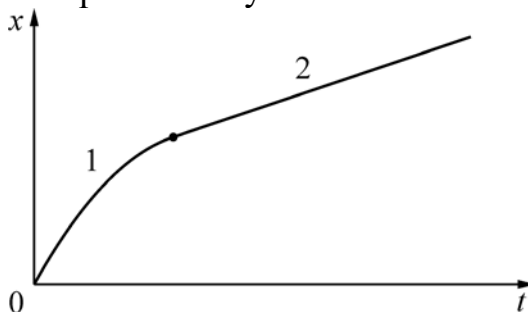


Ответ: _____ м/с.

- 4 Координата x груза пружинного маятника, расположенного на гладком горизонтальном столе, меняется с течением времени t по закону $x = A \cos(4\pi t)$. Через какое минимальное время, начиная с момента $t_0 = 0$, потенциальная энергия пружины маятника станет равна нулю?

Ответ: _____ с.

- 5 Бусинка движется по неподвижной горизонтальной спице, параллельной оси OX . На графике изображена зависимость координаты x бусинки от времени t . На основании графика выберите все верные утверждения о движении бусинки на участках 1 (ветвь параболы) и 2 (линейная зависимость). Запишите цифры, под которыми они указаны.

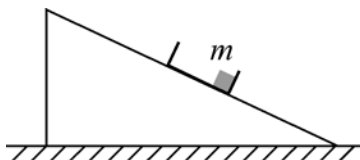


- 1) На участке 1 кинетическая энергия бусинки уменьшается, а на участке 2 увеличивается.
- 2) На участке 1 модуль скорости бусинки увеличивается, а на участке 2 не изменяется.
- 3) На участке 2 равнодействующая всех сил, действующих на бусинку, равна 0.
- 4) На участке 1 модуль импульса бусинки уменьшается, а на участке 2 остаётся неизменным.
- 5) На участке 1 вектор скорости бусинки направлен в ту же сторону, что и вектор её ускорения.

Ответ: _____.

6

С вершины шероховатой наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкий ящик, в котором находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся максимальная скорость ящика и модуль работы силы нормальной реакции опоры, действующей на ящик, если с той же наклонной плоскости будет скользить тот же ящик с грузом массой $0,5m$?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Максимальная скорость ящика	Модуль работы силы нормальной реакции опоры

7

Давление постоянной массы идеального газа в сосуде с жёсткими стенками при температуре $t = 27^\circ\text{C}$ равно $p = 45$ кПа. Каким будет давление в этом сосуде, если газ нагреть до температуры 127°C ?

Ответ: _____ кПа.

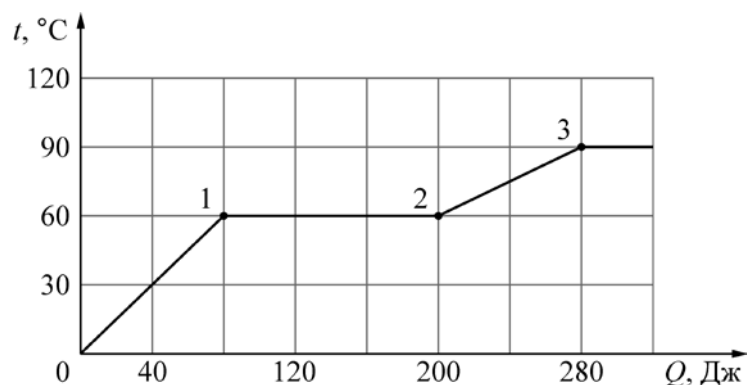
8

Температура холодильника теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна 300 К. Чему равна температура его нагревателя, если КПД двигателя равен 60% ?

Ответ: _____ К.

9

В калориметре под поршнем находится вещество в твёрдом состоянии. Калориметр поместили в разогретую печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите номера этих утверждений.



- 1) Температура плавления вещества равна 90 °C.
- 2) Точка 2 графика соответствует моменту, к которому вещество полностью расплавилось.
- 3) Теплоёмкость вещества в жидком состоянии меньше, чем в твёрдом.
- 4) Для того чтобы полностью расплавить вещество, уже находящееся при температуре плавления, ему надо передать количество теплоты 120 Дж.
- 5) Участок 2–3 графика соответствует переходу вещества в газообразное состояние.

Ответ: _____.

- 10** В сосуде находится идеальный одноатомный газ. Давление газа равно p , абсолютная температура равна T , а среднеквадратичная скорость его молекул равна v . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k – постоянная Больцмана). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА	ФОРМУЛА
А) концентрация газа	1) $\frac{3kT}{v^2}$
Б) масса одной молекулы газа	2) $\frac{p}{kT}$
	3) $\frac{3p}{2kT}$
	4) $\frac{kT}{3v^2}$

Ответ:

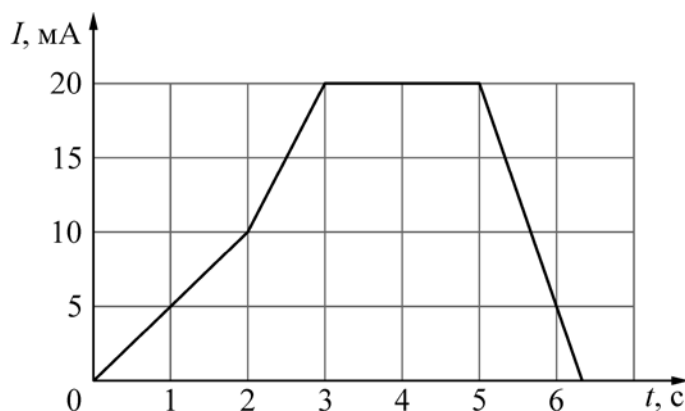
А	Б

- 11** На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Точка А расположена посередине между зарядами. Во сколько раз увеличится модуль вектора напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке А, если заменить заряд $+q$ на точечный заряд $+2,5q$?



Ответ: _____ раз(а).

- 12 На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в катушке, индуктивность которой равна 5 мГн . Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 2 с до 3 с .



Ответ: _____ мкВ.

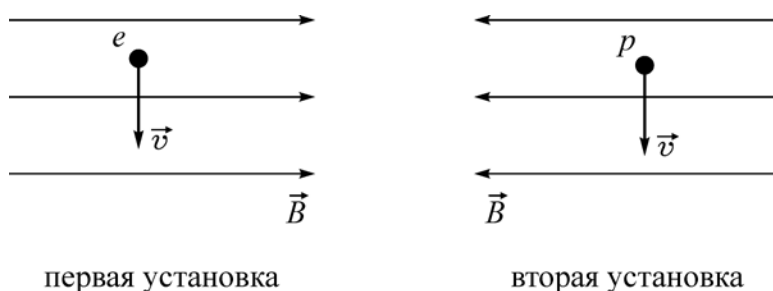
- 13 В первом идеальном колебательном контуре происходят колебания силы тока с периодом 2 мс . С каким периодом будет изменяться заряд на пластинах конденсатора второго идеального колебательного контура, если и электроёмкость конденсатора, и индуктивность катушки второго контура в два раза больше, чем у первого?

Ответ: _____ мс.

14

В двух экспериментальных установках созданы однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых равны по модулю и противоположны по направлению. В первую установку влетает электрон, а во вторую протон. Векторы скорости обеих частиц одинаковы по модулю и перпендикулярны вектору индукции магнитного поля (см. рисунок).

Выберите все верные утверждения о движении частиц в первой и второй установках. Действием силы тяжести на частицы пренебречь.



- 1) Сила Лоренца, действующая на протон, направлена перпендикулярно плоскости рисунка.
- 2) Радиус окружности, по которой обращается протон в магнитном поле, меньше радиуса окружности, по которой обращается электрон в магнитном поле.
- 3) Сила Лоренца, действующая на электрон, совершает отрицательную работу при его движении в магнитном поле.
- 4) Модуль импульса протона в процессе его движения увеличивается.
- 5) Кинетическая энергия электрона остаётся постоянной в процессе его движения.

Ответ: _____.

15

К концам длинного однородного медного провода приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Как изменятся при этом сила тока в проводе и его 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.

Сила тока в проводе	Сопротивление провода

- 16 Период полураспада изотопа калия $^{42}_{19}\text{K}$ равен 12,4 ч. Изначально образец содержал 8 мкмоль этого изотопа. Сколько микромолей этого изотопа останется в образце через 49,6 ч?

Ответ: _____ мкмоль.

- 17 При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от длины волны падающего света фотоэлемент освещали через различные светофильтры и наблюдали явление фотоэффекта. В первом опыте использовали светофильтр, пропускающий только фиолетовый свет, а во втором опыте – только оранжевый.

Как изменяются длина прошедшей через светофильтр световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первого опыта ко второму? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Длина световой волны	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

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

- 1) Если вектор ускорения тела и вектор его скорости направлены в одну сторону, то модуль скорости тела увеличивается.
- 2) Средняя кинетическая энергия хаотического движения молекул гелия не зависит от температуры газа.
- 3) При последовательном соединении резисторов сила тока в них одинакова.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воды в воздух частота волны увеличивается.
- 5) При испускании нейтрона масса атомного ядра не меняется.

Ответ: _____.

- 19** Определите напряжение, которое показывает вольтметр (см. фотографию), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления прибора.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

- 20** Для проведения лабораторной работы по исследованию зависимости мощности электрического тока, выделяющейся в резисторе, от ЭДС аккумулятора собрали электрические цепи. Они состояли из последовательно соединённых резистора и аккумулятора с отличным от нуля внутренним сопротивлением. Характеристики этих цепей даны в таблице. Какие две цепи необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

Номер цепи	ЭДС аккумулятора, В	Внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом	Сопротивление резистора, Ом
1	6	0,5	10
2	4	0,5	10
3	6	1	10
4	6	0,5	12
5	3	1	15

В ответе запишите номера выбранных цепей.

Ответ:

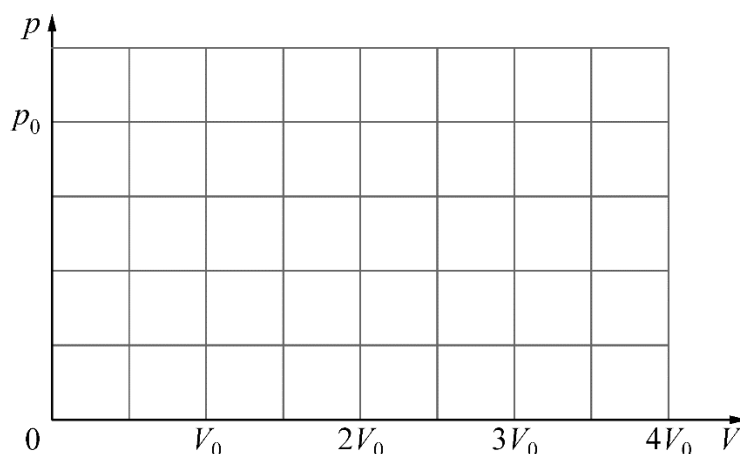
--	--

Часть 2

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

21

В закрытом подвижным поршнем сосуде с начальным объёмом $V_0 = 5$ л при температуре $t_0 = 89$ °С находятся $m_0 = 2$ г жидкой воды и её насыщенный пар. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре равно $p_0 = 67$ кПа. Двигая поршень, объём сосуда медленно увеличивают в 4 раза, поддерживая температуру его содержимого постоянной. Затем поршень закрепляют и увеличивают абсолютную температуру содержимого сосуда в 2 раза. Используя представленную на рисунке координатную сетку, постройте график зависимости давления p пара в сосуде от занимаемого им объёма V . Объясните построение графика, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



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.

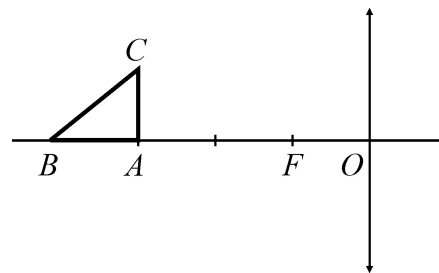
22

Шарик массой $M = 5$ кг скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью $V = 10$ м/с и испытывает лобовое столкновение с покоящимся шариком массой $m = 3$ кг. После этого скорость тяжёлого шарика остаётся направленной вдоль той же прямой и уменьшается на $\Delta V = 3$ м/с. Какое количество теплоты Q выделяется в процессе столкновения шариков?

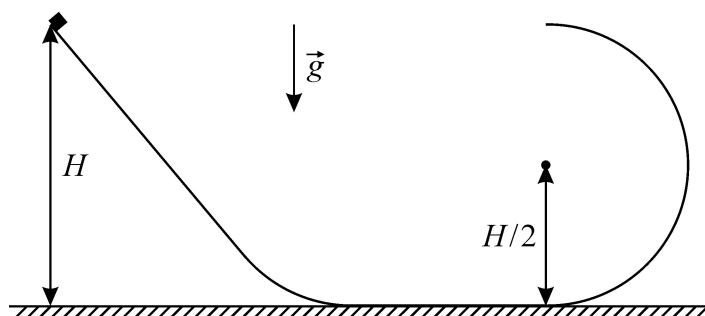
- 23 Можно считать, что вся поверхность Земли равномерно заряжена отрицательным зарядом $q_3 \approx 0,5$ МКл, а ионосфера имеет такой же по модулю положительный заряд. Пусть в электростатическом поле у поверхности Земли покоится пушинка массой $m_{\text{п}} = 0,01$ г, заряженная некоторым отрицательным зарядом. Какое дополнительное количество N электронов находится на первоначально незаряженной пушинке? Радиус Земли $R_3 = 6400$ км.

- 24 В жёсткий теплоизолированный пустой сосуд объёмом $V = 50$ литров напустили $\nu_1 = 0,8$ моль неона со среднеквадратичной скоростью атомов $v_1 = 600$ м/с, а затем добавили ещё $\nu_2 = 1,2$ моль аргона со среднеквадратичной скоростью атомов $v_2 = 450$ м/с. Какая температура T установится в сосуде после достижения равновесного состояния?

- 25 Прямоугольный треугольник ABC расположен около тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 2$ см так, что катет AB лежит на главной оптической оси линзы (см. рис.). Расстояние от оптического центра O линзы до вершины A прямого угла этого треугольника равно $OA = 3F$, длина катета AC равна F . Чему равно расстояние OB , если площадь фигуры, являющейся изображением треугольника ABC в линзе, в $k = 12$ раз меньше площади треугольника ABC ?



- 26 Небольшое тело начинает скользить без начальной скорости с высоты $H = 0,54$ м по жёсткому наклонному желобу, имеющему горизонтальный участок, который затем переходит в полуокружность радиусом $H/2$ (см. рисунок). Жёлоб закреплён в вертикальной плоскости, все его участки плавно состыкованы. Через какое время после отрыва от желоба тело поднимется на максимальную высоту? Трение отсутствует. **Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.**



Тренировочная работа №4 по ФИЗИКЕ

11 класс

14 марта 2025 года

Вариант ФИ2410404

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

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

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

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

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

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

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

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

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

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

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

Константы

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

Соотношения между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность

воды	1000 кг/м^3	подсолнечного масла	900 кг/м^3
древесины (сосна)	400 кг/м^3	алюминия	2700 кг/м^3
керосина	800 кг/м^3	железа	7800 кг/м^3
		ртути	$13\,600 \text{ кг/м}^3$

Удельная теплоёмкость

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

Удельная теплота

парообразования воды	$2,3 \cdot 10^6$ Дж/кг
плавления свинца	$2,5 \cdot 10^4$ Дж/кг
плавления льда	$3,3 \cdot 10^5$ Дж/кг

Нормальные условия: давление – 10^5 Па, температура – 0°C

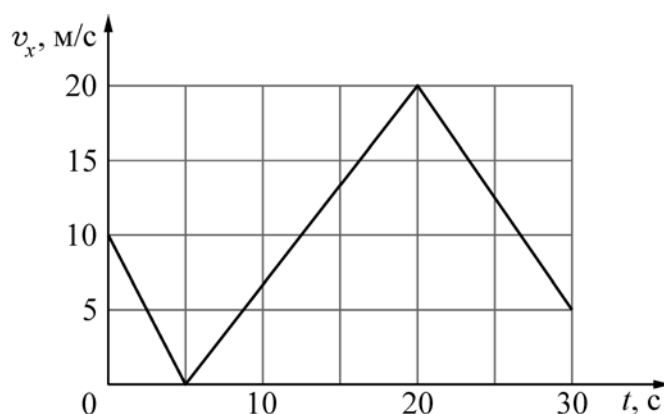
Молярная масса

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 приведён график зависимости проекции скорости тела v_x от времени t . Определите проекцию ускорения этого тела a_x в интервале времени от 20 с до 30 с. Ответ запишите с учётом знака проекции.

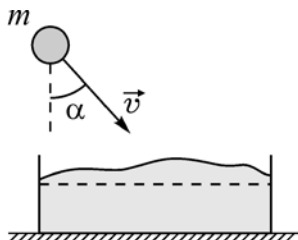


Ответ: _____ м/с².

- 2 Модуль силы трения, действующей на скользящий по горизонтальной доске стальной брусок массой 200 г, равен 0,9 Н. Чему равен коэффициент трения скольжения стали по дереву, из которого изготовлена доска?

Ответ: _____.

- 3 Камень массой $m = 2$ кг падает под углом $\alpha = 30^\circ$ к вертикали в ящик с песком общей массой $M = 10$ кг, который покоится на гладком горизонтальном столе (см. рисунок). Определите скорость камня перед попаданием в ящик, если после застревания камня в песке ящик начал скользить со скоростью 1,2 м/с.

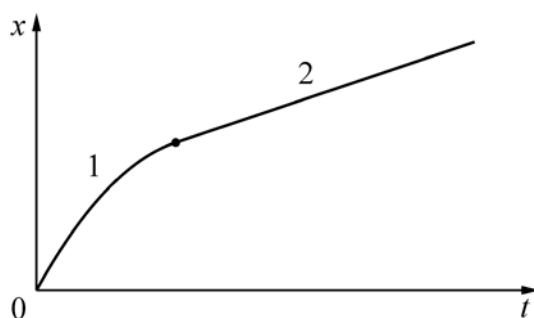


Ответ: _____ м/с.

- 4 Смещение x груза пружинного маятника меняется с течением времени t по закону $x = A \sin(4\pi t)$. Через какое минимальное время, начиная с момента $t_0 = 0$, кинетическая энергия груза маятника примет минимальное значение?

Ответ: _____ с.

- 5 Бусинка движется по неподвижной горизонтальной спице, параллельной оси OX . На графике изображена зависимость координаты x бусинки от времени t . На основании графика выберите все верные утверждения о движении бусинки на участках 1 (ветвь параболы) и 2 (линейная зависимость). Запишите цифры, под которыми они указаны.

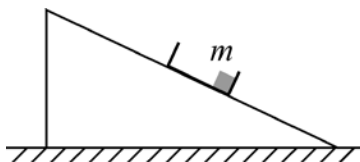


- 1) На участке 1 кинетическая энергия бусинки уменьшается, а на участке 2 не изменяется.
- 2) На участке 1 модуль скорости бусинки не изменяется, а на участке 2 увеличивается.
- 3) На участке 1 равнодействующая всех сил, действующих на бусинку, направлена в положительном направлении оси OX .
- 4) Модуль импульса бусинки остаётся неизменным в течение всего времени движения.
- 5) На участке 1 вектор скорости бусинки направлен противоположно вектору её ускорения.

Ответ: _____.

6

С вершины шероховатой наклонной плоскости из состояния покоя скользит с ускорением лёгкий ящик, в котором находится груз массой m (см. рисунок). Как изменятся время движения по наклонной плоскости и модуль работы силы трения, действующей на ящик, если с той же наклонной плоскости будет скользить тот же ящик с грузом массой $4m$?



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 движения	Модуль работы силы трения

7

Давление постоянной массы идеального газа в сосуде с жёсткими стенками при температуре $t = 27\text{ }^{\circ}\text{C}$ равно $p = 60\text{ кПа}$. До какой температуры нагрели этот газ, если его давление после нагревания стало равным $p_1 = 100\text{ кПа}$?

Ответ: _____ $^{\circ}\text{C}$.

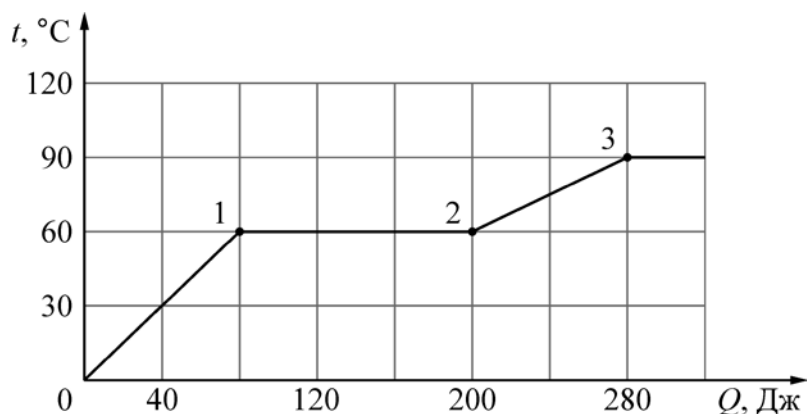
8

Чему равен максимально возможный КПД теплового двигателя, если температура его нагревателя равна 500 К , а температура холодильника на 200 К меньше, чем у нагревателя?

Ответ: _____ %.

9

В калориметре под поршнем находится вещество в твёрдом состоянии. Калориметр поместили в разогретую печь. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им количества теплоты Q . Выберите из предложенного перечня *все* утверждения, которые соответствуют результатам проведённых экспериментальных наблюдений, и укажите номера этих утверждений.



- 1) Температура плавления вещества равна 60 °C.
- 2) Точка 1 графика соответствует жидкому состоянию вещества.
- 3) Теплоёмкость вещества в жидком состоянии больше, чем в твёрдом.
- 4) Для того чтобы расплавить половину вещества, уже находящегося при температуре плавления, ему надо передать количество теплоты 140 Дж.
- 5) Участок 2–3 графика соответствует процессу нагревания вещества, находящегося в жидком состоянии.

Ответ: _____.

- 10** В сосуде находится идеальный одноатомный газ, масса одной молекулы которого равна m_0 . Концентрация газа равна n , а абсолютная температура равна T . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (k – постоянная Больцмана). К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) давление газа

1) $\sqrt{\frac{3kT}{2m_0}}$

Б) среднеквадратичная скорость молекул газа

2) nkT

3) $\frac{1}{3}nkT$

4) $\sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$

Ответ:

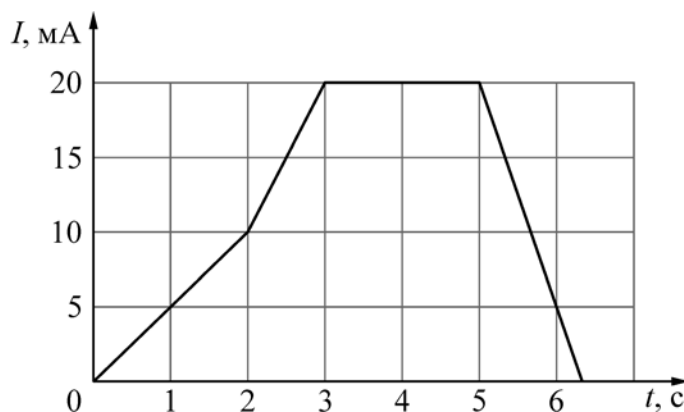
А	Б

- 11** На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов $+q$ и $-2q$ ($q > 0$). Точка А расположена посередине между зарядами. Во сколько раз уменьшится модуль вектора напряжённости суммарного электрического поля этих зарядов в точке А, если заменить заряд $-2q$ на точечный заряд $+3q$?



Ответ: _____ раз(а).

- 12 На рисунке приведён график зависимости силы тока I от времени t в катушке, индуктивность которой равна 5 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 5 с до 6 с.



Ответ: _____ мкВ.

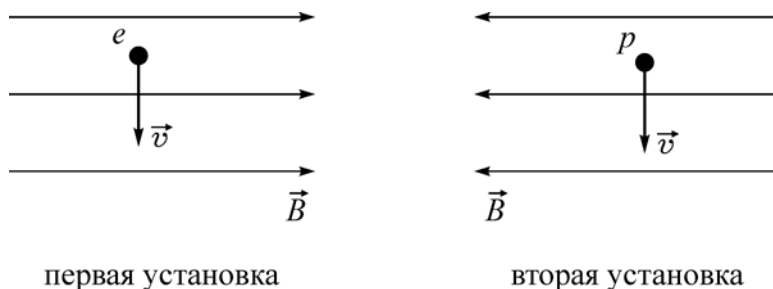
- 13 В первом идеальном колебательном контуре происходят колебания силы тока с частотой 50 кГц. С какой частотой будет изменяться заряд на пластинах конденсатора второго идеального колебательного контура, если и ёмкость конденсатора, и индуктивность катушки второго контура в два раза меньше, чем у первого?

Ответ: _____ кГц.

14

В двух экспериментальных установках созданы однородные магнитные поля, векторы магнитной индукции которых равны по модулю и противоположны по направлению. В первую установку влетает электрон, а во вторую протон. Векторы скорости обеих частиц одинаковы по модулю и перпендикулярны вектору индукции магнитного поля (см. рисунок).

Выберите все верные утверждения о движении частиц в первой и второй установках. Действием силы тяжести на частицы пренебречь.



- 1) Силы Лоренца, действующие на электрон и протон, направлены в противоположные стороны.
- 2) Радиус окружности, по которой обращается протон в магнитном поле, больше радиуса окружности, по которой обращается электрон в магнитном поле.
- 3) Сила Лоренца, действующая на протон, совершает положительную работу при его движении в магнитном поле.
- 4) Модуль импульса электрона в процессе его движения остаётся постоянным.
- 5) Кинетические энергии обеих частиц остаются постоянными в процессе их движения.

Ответ: _____.

15

К концам длинного однородного медного провода приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему напряжение $U/2$. Как изменятся при этом сила тока и мощность тока в проводе?

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.

Сила тока в проводе	Мощность тока в проводе

- 16 Период полураспада изотопа калия $^{42}_{19}\text{K}$ равен 12,4 ч. Изначально образец содержал 3 мкмоль этого изотопа. Сколько микромолей этого изотопа останется в образце через 24,8 ч?

Ответ: _____ мкмоль.

- 17 При исследовании зависимости максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от частоты волны падающего света фотоэлемент освещали через различные светофильтры и наблюдали явление фотоэффекта. В первом опыте использовали светофильтр, пропускающий только жёлтый свет, а во втором опыте – только зелёный.

Как изменяются частота прошедшей через светофильтр световой волны и максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов при переходе от первого опыта ко второму? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Частота световой волны, падающей на фотоэлемент	Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов

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

- 1) При уменьшении скорости движущегося тела его кинетическая энергия не изменяется.
- 2) Средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия уменьшается при уменьшении температуры газа.
- 3) Сопротивление алюминиевой проволоки постоянной толщины прямо пропорционально её длине.
- 4) При переходе электромагнитных волн из воды в воздух частота волны уменьшается.
- 5) При испускании протона масса атомного ядра не меняется.

Ответ: _____.

- 19** Определите напряжение, которое показывает вольтметр (см. фотографию), если абсолютная погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления прибора.



Ответ: (_____ $\pm$ _____) В.

- 20** Для проведения лабораторной работы по исследованию зависимости мощности электрического тока, выделяющейся в резисторе, от внутреннего сопротивления аккумулятора, собрали электрические цепи. Они состояли из последовательно соединённых резистора и аккумулятора с отличным от нуля внутренним сопротивлением. Характеристики этих цепей даны в таблице. Какие две цепи необходимо выбрать, чтобы провести такое исследование?

Номер цепи	ЭДС аккумулятора, В	Внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом	Сопротивление резистора, Ом
1	6	0,5	10
2	4	0,5	12
3	6	1	10
4	6	0,5	12
5	3	1	15

В ответе запишите номера выбранных цепей.

Ответ:

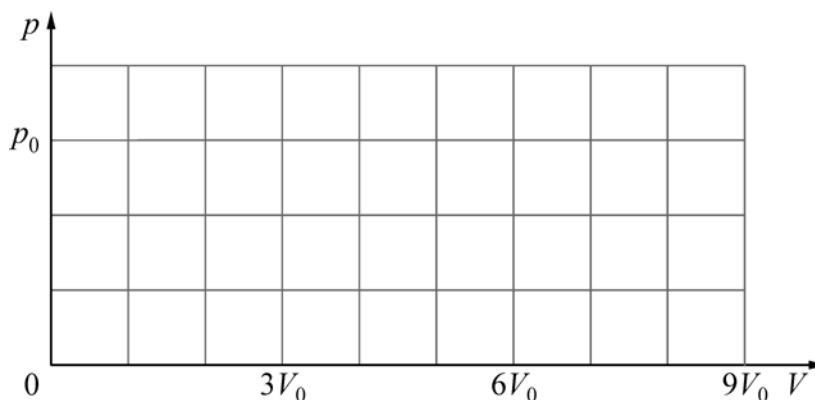
--	--

Часть 2

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

21

В закрытом подвижным поршнем сосуде с начальным объёмом $V_0 = 8$ л при температуре $t_0 = 76$ °С находятся $m_0 = 4$ г жидкой воды и её насыщенный пар. Давление насыщенного водяного пара при этой температуре равно $p_0 = 40,2$ кПа. Двигая поршень, объём сосуда медленно увеличивают в 9 раз, поддерживая температуру его содержимого постоянной. Затем поршень закрепляют и увеличивают абсолютную температуру содержимого сосуда в 3 раза. Используя представленную на рисунке координатную сетку, постройте график зависимости давления p пара в сосуде от занимаемого им объёма V . Объясните построение графика, опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики.



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.

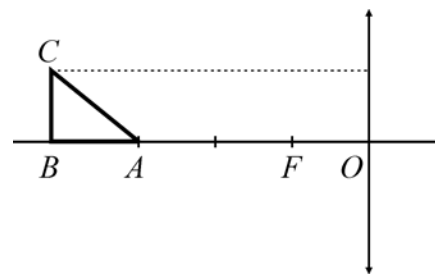
22

Шарик массой $M = 10$ кг скользит по гладкому горизонтальному столу со скоростью $V_1 = 5$ м/с и испытывает лобовое столкновение с покоящимся шариком массой $m = 2$ кг. После этого скорость тяжёлого шарика остаётся направленной вдоль той же прямой и уменьшается до значения $V_2 = 4$ м/с. Какое количество теплоты Q выделяется в процессе столкновения шариков?

- 23 Можно считать, что вся поверхность Земли равномерно заряжена отрицательным зарядом $q_3 \approx 0,5$ МКл, а ионосфера имеет такой же по модулю положительный заряд. Пусть в электростатическом поле у поверхности Земли покоится пушинка, на которой дополнительно (по сравнению с изначально нейтральной пушинкой) находится $N = 2 \cdot 10^{13}$ электронов. Какова масса $m_{\text{п}}$ пушинки? Радиус Земли $R_3 = 6400$ км.

- 24 В жёсткий теплоизолированный пустой сосуд объёмом $V = 25$ литров напустили $\nu_1 = 0,5$ моль гелия со среднеквадратичной скоростью атомов $v_1 = 1400$ м/с, а затем добавили ещё $\nu_2 = 0,5$ моль неона со среднеквадратичной скоростью атомов $v_2 = 620$ м/с.
Какое давление p установится в сосуде после достижения равновесного состояния?

- 25 Прямоугольный треугольник ABC расположен около тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием $F = 3$ см так, что катет AB лежит на главной оптической оси линзы (см. рис.). Расстояние от оптического центра O линзы до вершины A острого угла этого треугольника равно $OA = 3F$, длина катета BC равна F . Чему равно расстояние OB , если площадь фигуры, являющейся изображением треугольника ABC в линзе, в $k = 18$ раз меньше площади треугольника ABC ?



- 26 Небольшое тело начинает скользить без начальной скорости с высоты $H = 2,16$ м по жёсткому наклонному жёлобу, имеющему горизонтальный участок, который затем переходит в полуокружность радиусом $H/2$ (см. рисунок). Жёлоб закреплён в вертикальной плоскости, все его участки плавно состыкованы. Через какое время после отрыва от жёлоба модуль скорости тела будет минимальным? Трение отсутствует. **Обоснуйте применимость законов, использованных для решения задачи.**

