

Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

17 февраля 2016 года

Вариант ФИ10303

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 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.

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 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 | $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | алюминия | $900 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ |
| льда | $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | меди | $380 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ |
| железа | $640 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | чугуна | $500 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ |
| свинца | $130 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | | |

Удельная теплота

| | |
|----------------------|--------------------------------|
| парообразования воды | $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ |
| плавления свинца | $2,5 \cdot 10^4 \text{ Дж/кг}$ |
| плавления льда | $3,3 \cdot 10^5 \text{ Дж/кг}$ |

Нормальные условия

| |
|---|
| давление: 10^5 Па , температура: $0 \text{ }^\circ\text{C}$ |
|---|

Молярная масса

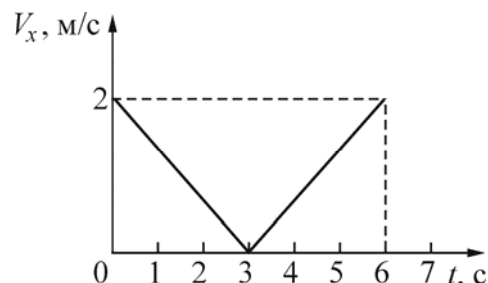
| | | | |
|----------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| азота | $28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | гелия | $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| аргона | $40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | кислорода | $32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Материальная точка движется вдоль оси OX . На рисунке приведён график зависимости проекции скорости V_x этой точки на ось OX от времени t . Согласно графику, материальная точка



- 1) в момент времени $t = 3$ с изменила направление движения на противоположное
- 2) всё время двигалась в одном направлении
- 3) всё время имела положительную проекцию ускорения на ось OX
- 4) за всё время движения ни разу не останавливалась

Ответ:

2

Точечное тело движется по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы, направленной вдоль оси OX . Известно, что проекция импульса этого тела на указанную ось изменяется со временем по закону: $p_x = -10 + 4t$. Чему равен модуль силы, действующей на это тело?

- 1) 10 Н 2) 5 Н 3) 4 Н 4) 2 Н

Ответ:

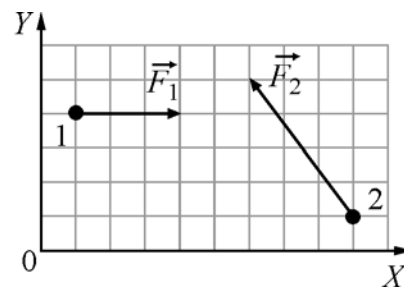
3

На неподвижном горизонтальном столе лежит однородный куб. Его убирают, и вместо него кладут другой куб, сделанный из материала с вдвое большей плотностью, и с ребром втрое большей длины. Во сколько раз увеличится давление, оказываемое кубом на стол?

Ответ: _____.

4

Тела 1 и 2 находятся на гладкой горизонтальной плоскости (см. рисунок, вид сверху). На них одновременно начинают действовать постоянные силы, равные, соответственно, $F_1 = 3 \text{ Н}$ и F_2 . Чему равно изменение проекции импульса системы этих тел на ось OX за первые две секунды?



Ответ: _____ кг·м/с.

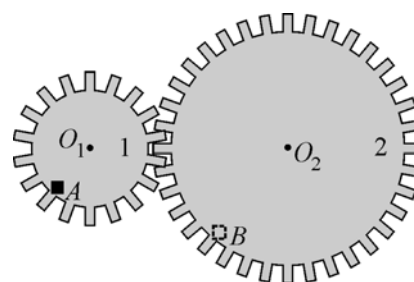
5

Груз подвешен на лёгкой вертикальной пружине и совершает на ней колебания с частотой $\omega = 10 \text{ рад/с}$, двигаясь по вертикали. На какую длину растянется эта пружина, если аккуратно подвесить к ней тот же груз, не возбуждая колебаний?

Ответ: _____ см.

6

На рисунке изображены две шестерёнки 1 и 2, закреплённые на двух параллельных осях O_1 и O_2 . Ось O_2 шестерёнки 2 вращают с постоянной угловой скоростью ω . На краю шестерёнки 1 в точке A закреплено точечное тело. Как изменятся модуль центростремительного ускорения этого тела и его угловая скорость, если закрепить это тело в точке B на краю шестерёнки 2 (при неизменной угловой скорости вращения оси шестерёнки 2)?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

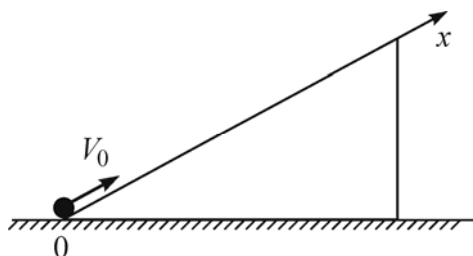
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

| Модуль центростремительного ускорения | Угловая скорость |
|---------------------------------------|------------------|
| | |

7

Маленькой шайбе, покоящейся у основания гладкой наклонной плоскости, сообщают начальную скорость V_0 , направленную вдоль наклонной плоскости вверх (см. рис.). Наклонная плоскость достаточно длинная. Установите соответствие между зависимостями физических величин от времени и графиками.

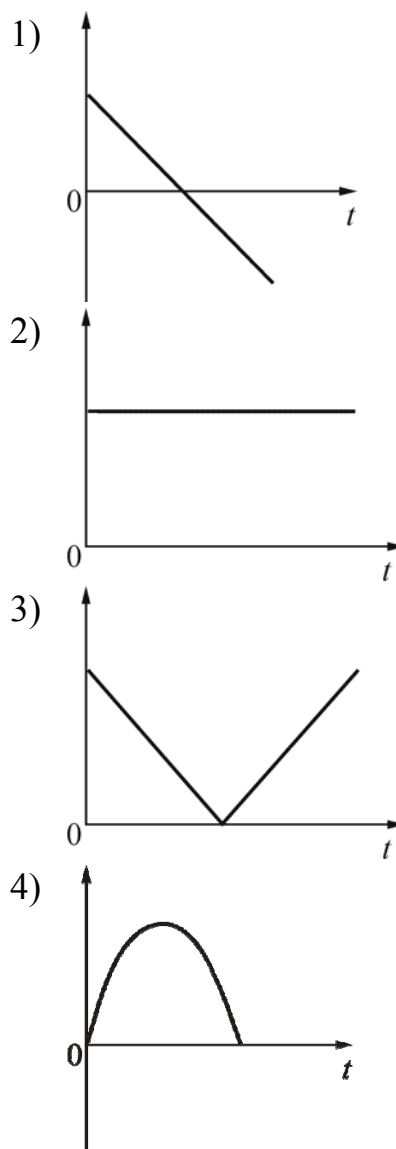


К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) проекция скорости V_x
- Б) модуль скорости V

ГРАФИК



Ответ:

| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

8

Скорость диффузии зависит от

- А) температуры
- Б) агрегатного состояния веществ

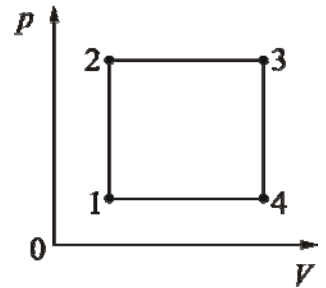
Из представленных утверждений являются верными

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) и А, и Б
- 4) ни А, ни Б

Ответ:

9

С постоянным количеством идеального газа провели процесс 1–2–3–4–1, изображённый на графике зависимости давления p от объёма V . Какая точка на графике соответствует состоянию с наибольшей температурой?



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

Ответ:

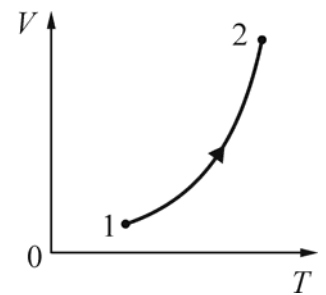
10

Определите массу водяного пара в воздухе, который находится в объёме 1 м^3 при температуре 100°C , если известно, что относительная влажность этой порции воздуха равна 60%. Ответ округлите до сотых долей.

Ответ: _____ кг.

11

На рисунке изображён график зависимости объёма V одного моля идеального одноатомного газа от его температуры T в процессе 1–2. Как в результате перехода из состояния 1 в состояние 2 изменяются внутренняя энергия газа и давление газа?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

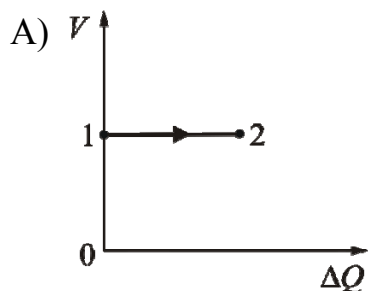
| | |
|-------------------------|---------------|
| Внутренняя энергия газа | Давление газа |
| | |

12

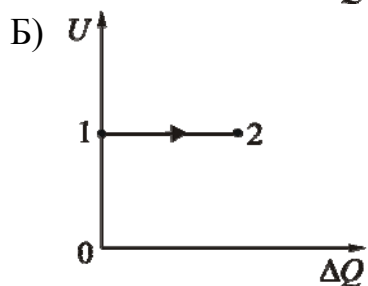
Один моль идеального газа находился в некотором состоянии 1. Затем в результате некоторых процессов, в ходе которых газ мог обмениваться количеством теплоты ΔQ с окружающими телами, газ медленно перешёл в состояние 2. Установите соответствие между графиками процессов 1–2 и названиями этих процессов, если V – объём газа, а U – его внутренняя энергия. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИК

НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА



- 1) изотермический
- 2) изохорный
- 3) изобарный
- 4) адиабатный

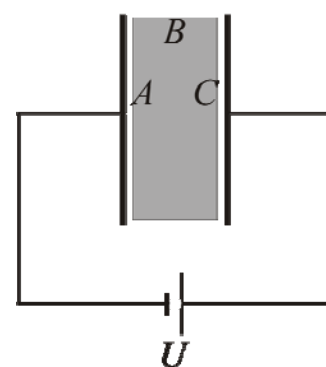


Ответ:

| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

13

В плоский конденсатор помещена диэлектрическая пластина, толщина которой намного меньше размера обкладок конденсатора. Конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения U так, как показано на рисунке. На какой поверхности диэлектрической пластины локализованы положительные поляризационные заряды?



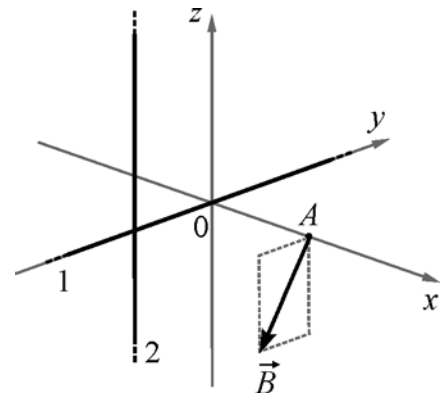
- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) На всех трёх поверхностях A , B и C

Ответ:

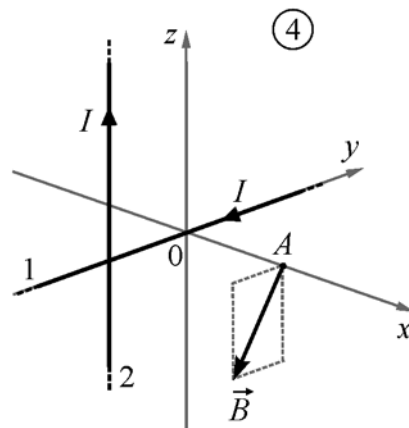
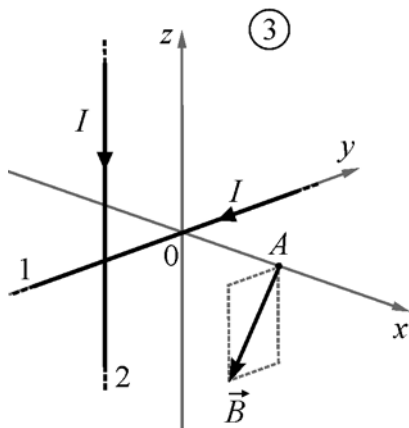
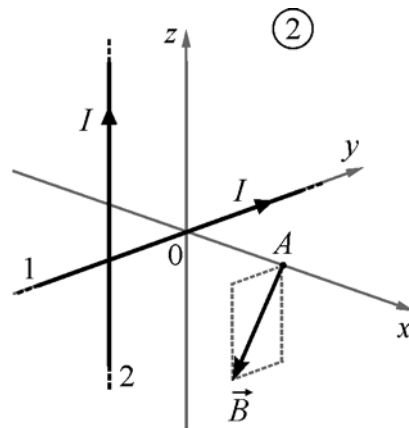
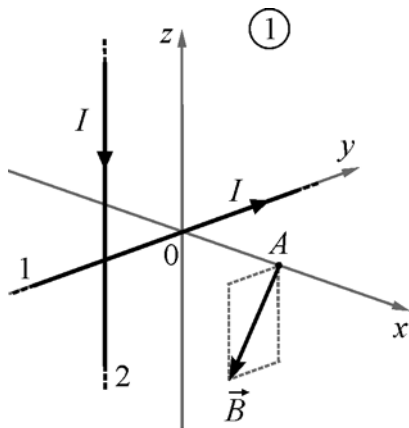
| |
|--|
| |
|--|

14

Магнитное поле образовано двумя бесконечно длинными тонкими прямыми проводами, по которым протекают одинаковые токи I . Провод 1 лежит на оси OY , провод 2 параллелен оси OZ и пересекает ось OX . Направление вектора индукции магнитного поля, создаваемого этими токами в точке A , изображено на рисунке (пунктирный прямоугольник параллелен плоскости YOZ).



На каком из следующих рисунков правильно показаны направления протекания токов в проводах?



1) 1

2) 2

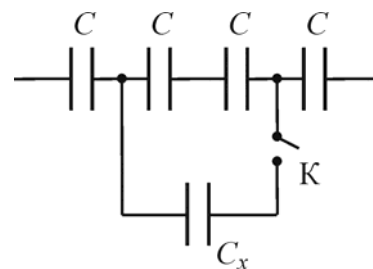
3) 3

4) 4

Ответ:

15

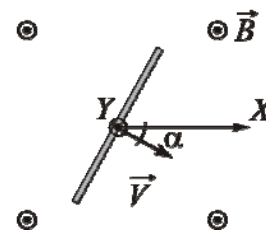
Участок цепи, схема которого изображена на рисунке, до замыкания ключа K имел электрическую ёмкость 3 нФ . После замыкания ключа электроёмкость данного участка цепи стала равной 4 нФ . Чему равна электроёмкость конденсатора C_x ?



Ответ: _____ нФ.

16

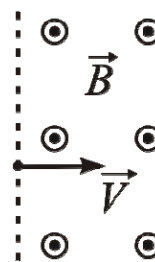
Прямой проводник длиной 50 см равномерно поступательно движется в однородном постоянном магнитном поле, направление которого совпадает с направлением вертикальной оси Y (на рисунке эта ось направлена «на нас»). Скорость проводника направлена перпендикулярно ему, и составляет угол 30° с горизонтальной осью X , как показано на рисунке. Разность потенциалов между концами проводника равна 25 мВ , модуль индукции магнитного поля $0,1 \text{ Тл}$. Определите модуль скорости движения этого проводника.



Ответ: _____ м/с.

17

Заряженная частица влетает в полупространство, в котором создано однородное постоянное магнитное поле с индукцией \vec{B} . Вектор скорости \vec{V} частицы в момент попадания в магнитное поле перпендикулярен вектору \vec{B} . Как изменятся радиус траектории частицы при движении в поле и время нахождения частицы в поле, если увеличить модуль скорости частицы при её попадании в поле?



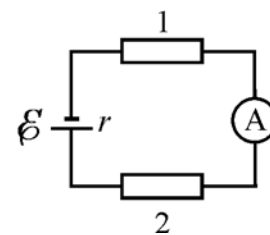
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

| Радиус траектории частицы при движении в поле | Время нахождения частицы в поле |
|---|---------------------------------|
| | |

- 18** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения с ЭДС \mathcal{E} и с внутренним сопротивлением r , двух одинаковых резисторов 1 и 2 сопротивлением $2r$ каждый и идеального амперметра. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) Ток, протекающий через амперметр
 Б) Мощность, выделяющаяся в резисторе 1

- 1) $\frac{\mathcal{E}^2}{5r}$
 2) $\frac{\mathcal{E}}{2r}$
 3) $\frac{2}{25} \cdot \frac{\mathcal{E}^2}{r}$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{5r}$

Ответ:

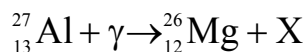
| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

- 19** Ядро какого изотопа из нижеперечисленных содержит наибольшее количество нейтронов?

- 1) ${}^1_6\text{C}$ 2) ${}^{15}_9\text{F}$ 3) ${}^8_4\text{Be}$ 4) ${}^7_2\text{He}$

Ответ:

- 20** Определите неизвестный продукт X ядерной реакции:



- 1) электрон 2) протон 3) α – частица 4) нейтрон

Ответ:

- 21** Современная зелёная лазерная указка обеспечивает генерацию лазерного луча площадью поперечного сечения 1 мм^2 и мощностью $0,3 \text{ Вт}$. Какая энергия запасена в одном кубическом сантиметре этого луча?

Ответ: _____ нДж/см³.

22

В пробирке находится ν молей атомов β -радиоактивного вещества с периодом полураспада T . Экспериментатор отмеряет время $10T$. Потом он берёт другую пробирку с тем же количеством атомов другого радиоактивного вещества с периодом полураспада $5T$, и отмеряет то же самое время $10T$. Известно, что продуктами распада обоих веществ являются стабильные изотопы.

Как для второй пробирки по сравнению с первой через время $10T$ изменятся следующие физические величины: количество вещества в пробирке; количество нерадиоактивных атомов в пробирке? 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.

| Количество вещества в пробирке | Количество нерадиоактивных атомов в пробирке |
|-----------------------------------|---|
| | |

23

Школьник собирается проверить гипотезу о том, что коэффициент сухого трения зависит от материала трущихся поверхностей. Для этого он кладет на горизонтальную стальную поверхность деревянный брусок массой m и измеряет модуль минимальной горизонтально направленной силы, которую нужно приложить к бруску для того, чтобы сдвинуть его с места. Какой второй опыт должен провести школьник для того, чтобы проверить гипотезу?

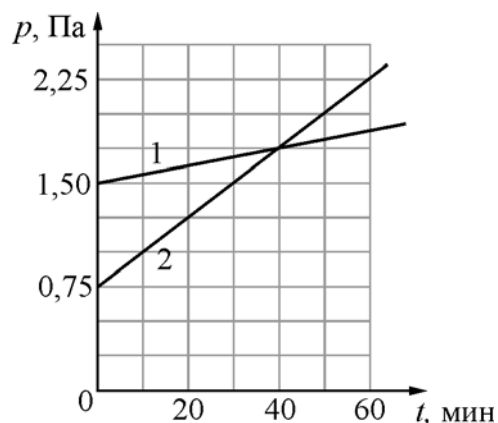
- 1) с деревянным бруском массой $2m$, лежащим на стальной поверхности
- 2) со стальным бруском массой $\frac{m}{2}$, лежащим на деревянной поверхности
- 3) с деревянным бруском массой $2m$, лежащим на деревянной поверхности
- 4) с деревянным бруском массой m , лежащим на деревянной поверхности

Ответ:

24

В двух закрытых сосудах одинакового объёма (1 литр) нагревают два различных газа – 1 и 2. На рисунке показаны зависимости давления p этих газов от времени t . Известно, что начальные температуры газов были одинаковы.

Выберите **два** верных утверждения, соответствующие результатам этих экспериментов.



- 1) Количество вещества первого газа больше, чем количество вещества второго газа.
- 2) Так как по условию эксперимента газы имеют одинаковые объёмы, а в момент времени $t = 40$ мин они имеют и одинаковые давления, то температуры этих газов в этот момент времени также одинаковы.
- 3) В момент времени $t = 40$ мин температура газа 1 меньше температуры газа 2.
- 4) В процессе проводимого эксперимента не происходит изменения внутренней энергии газов.
- 5) В процессе проводимого эксперимента оба газа совершают положительную работу.

Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Камень бросили вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с. Через какое минимальное время после броска кинетическая энергия камня будет в 3 раза меньше его потенциальной энергии, отсчитанной от уровня точки бросания? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Ответ: _____ с.

26

В идеальной тепловой машине температура холодильника отличается в 1,5 раза от температуры нагревателя. Над рабочим телом машины совершается один цикл. Чему равно отношение полезной работы этой тепловой машины к модулю количества теплоты, отданного рабочим телом?

Ответ: _____.

- 27 Поток фотонов падает на металлическую пластину с работой выхода 2,6 эВ и выбивает из пластины фотоэлектроны, которые попадают в замедляющее однородное электрическое поле с модулем напряжённости 1 В/м. Какое время проходит от момента начала замедления фотоэлектронов до их полной остановки, если энергия падающего фотона 11,5 эВ? Считайте, что все фотоэлектроны при вылете из пластины имеют одинаковую скорость.

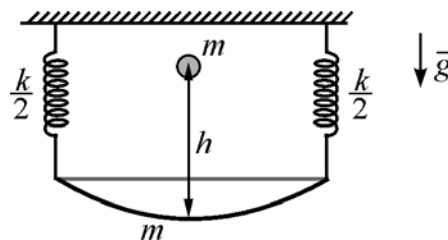
Ответ: _____ мкс.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

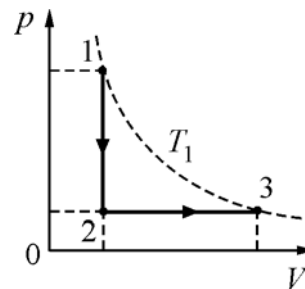
- 28 Во время грозы было видно, как между облаками и землёй проскочила длинная молния, а затем, через некоторое время, был слышен удар грома и его раскаты, продолжающиеся в течение довольно длительного времени после молнии. Объясните описанные выше явления, наблюдаемые во время грозы.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

- 29 К потолку на двух одинаковых лёгких пружинах общей жёсткостью $k = 400$ Н/м подвешена чашка массой $m = 500$ г. С высоты $h = 10$ см в чашку падает и прилипает к ней груз такой же массой m (см. рис.). На какое максимальное расстояние H после этого опустится чашка относительно своего исходного положения? Потерями механической энергии пренебречь.



- 30 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 5$ моль сначала охладили, уменьшив его температуру от $T_1 = 400$ К до $T_2 = T_1/n$, где $n = 4$, а затем нагрели до начальной температуры. При этом давление p газа изменялось так, как показано на графике. Какое суммарное количество теплоты газ отдал и получил в процессе 1–2–3?



31 Плоский конденсатор имеет между своими обкладками пластину из твёрдого диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 7$, полностью заполняющую зазор между ними. Ёмкость конденсатора при этом равна $C = 100$ пФ. Конденсатор подсоединён к источнику с напряжением $U = 50$ В. Какую работу A надо совершить для того, чтобы медленно вытянуть диэлектрическую пластину из конденсатора? Трения нет.

32 Небольшой уединённый металлический шарик долго облучали в вакууме светом с длиной волны $\lambda = 300$ нм, в результате чего он зарядился и приобрёл потенциал $\phi = 2,23$ В. Чему равна работа выхода электрона из этого металла? Ответ выразите в эВ.

Тренировочная работа по ФИЗИКЕ

11 класс

17 февраля 2016 года

Вариант ФИ10304

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения работы по физике отводится 3 часа 55 минут (235 минут). Работа состоит из двух частей, включающих в себя 32 задания.

Ответы к заданиям 1, 2, 8, 9, 13, 14, 19, 20 и 23 записываются в виде одной цифры, которая соответствует номеру правильного ответа. Эту цифру запишите в поле ответа в тексте работы.

В заданиях 3–5, 10, 15, 16, 21, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы, единицы измерения физических величин писать не нужно.

Ответом к заданиям 6, 7, 11, 12, 17, 18, 22 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответ к заданиям 28–32 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.

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 МэВ |
| 1 электронвольт | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ |

Масса частиц

| | |
|-----------|--|
| электрона | $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг $\approx 5,5 \cdot 10^{-4}$ а. е. м. |
| протона | $1,673 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,007$ а. е. м. |
| нейтрона | $1,675 \cdot 10^{-27}$ кг $\approx 1,008$ 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 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 | 640 Дж/(кг·К) | чугуна | 500 Дж/(кг·К) |
| свинца | 130 Дж/(кг·К) | | |

Удельная теплота

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

Нормальные условия

| |
|--|
| давление: 10^5 Па, температура: 0 °С |
|--|

Молярная масса

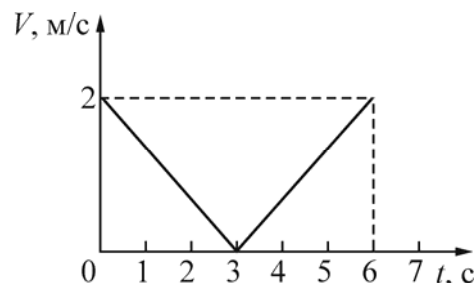
| | | | |
|----------|----------------------------|------------------|----------------------------|
| азота | $28 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | гелия | $4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| аргона | $40 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | кислорода | $32 \cdot 10^{-3}$ кг/моль |
| водорода | $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль | лития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

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

Материальная точка движется вдоль оси OX . На рисунке приведён график зависимости модуля скорости V этой точки от времени t . Согласно графику, материальная точка



- 1) в момент времени $t = 3$ с изменила направление движения на противоположное
- 2) всё время двигалась в одном направлении
- 3) всё время имела положительную проекцию ускорения на ось OX
- 4) в момент времени $t = 3$ с остановилась

Ответ:

2

Точечное тело движется по гладкой горизонтальной поверхности под действием постоянной горизонтальной силы, направленной вдоль оси OX . Известно, что проекция импульса этого тела на указанную ось изменяется со временем по закону: $p_x = -4 + t$. Чему равен модуль силы, действующей на это тело?

- 1) 8 Н 2) 4 Н 3) 2 Н 4) 1 Н

Ответ:

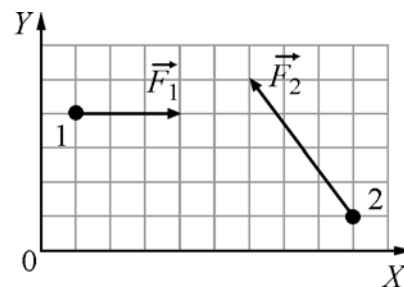
3

На неподвижном горизонтальном столе лежит однородный куб. Его убирают, и вместо него кладут другой куб, сделанный из материала с втрое меньшей плотностью, и с ребром вдвое меньшей длины. Во сколько раз уменьшится давление, оказываемое кубом на стол?

Ответ: _____.

4

Тела 1 и 2 находятся на гладкой горизонтальной плоскости (см. рисунок, вид сверху). На них одновременно начинают действовать постоянные силы, равные, соответственно, $F_1 = 3 \text{ Н}$ и F_2 . Чему равно изменение проекции импульса системы этих тел на ось OY за первые две секунды?



Ответ: _____ кг·м/с.

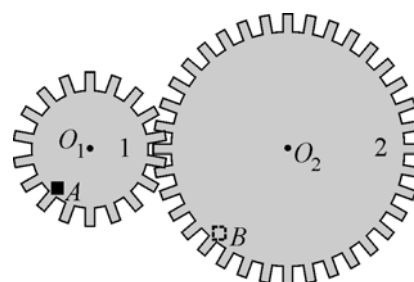
5

Груз подвешен на лёгкой вертикальной пружине и совершает на ней колебания с частотой $\omega = 5 \text{ рад/с}$, двигаясь по вертикали. На какую длину растянется эта пружина, если аккуратно подвесить к ней тот же груз, не возбуждая колебаний?

Ответ: _____ см.

6

На рисунке изображены две шестерёнки 1 и 2, закреплённые на двух параллельных осях O_1 и O_2 . Ось O_2 шестеренки 2 вращают с постоянной угловой скоростью ω . На краю шестерёнки 1 в точке A закреплено точечное тело. Как изменятся период обращения этого тела и модуль его линейной скорости, если закрепить это тело в точке B на краю шестерёнки 2 (при неизменной угловой скорости вращения оси шестерёнки 2)?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

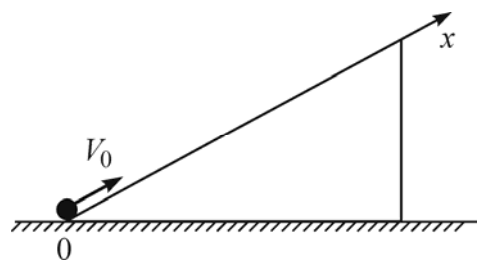
- 1) увеличится;
- 2) уменьшится;
- 3) не изменится.

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

| Период обращения | Модуль линейной скорости |
|------------------|--------------------------|
| | |

7

Маленькой шайбе, покоящейся у основания гладкой наклонной плоскости, сообщают начальную скорость V_0 , направленную вдоль наклонной плоскости вверх (см. рис.). Наклонная плоскость достаточно длинная. Установите соответствие между зависимостями физических величин от времени и графиками.

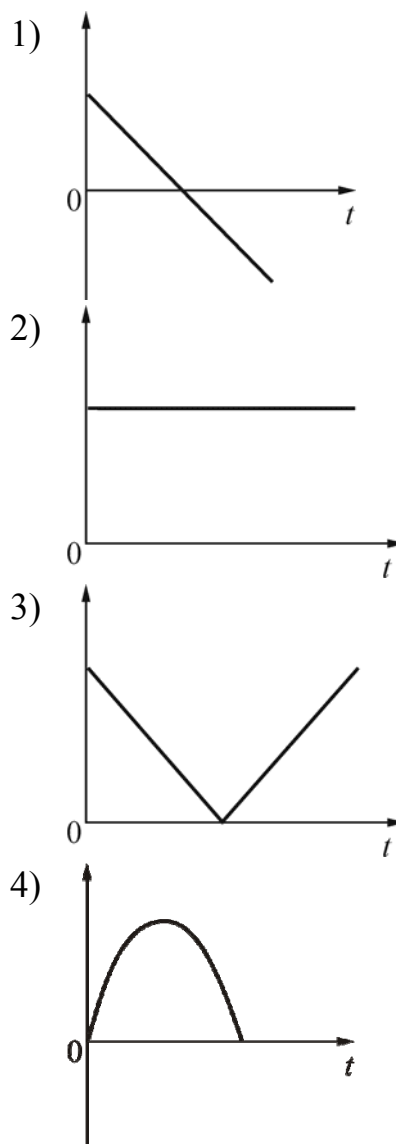


К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) модуль ускорения a
- Б) потенциальная энергия U (относительно начального положения шайбы)

ГРАФИК



Ответ:

| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

8 Скорость диффузии не зависит от
 А) температуры

Б) агрегатного состояния веществ

Из представленных утверждений верно

1) только А

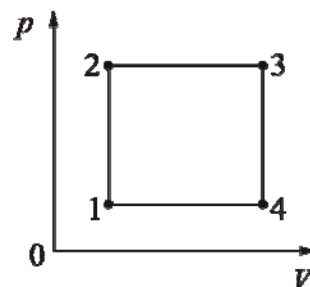
3) и А, и Б

2) только Б

4) ни А, ни Б

Ответ:

9 С постоянным количеством идеального газа провели процесс 1–2–3–4–1, изображённый на графике зависимости давления p от объёма V . Какая точка на графике соответствует состоянию с наименьшей температурой?



1) 1

2) 2

3) 3

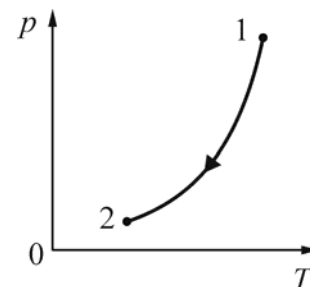
4) 4

Ответ:

10 Определите плотность водяного пара в воздухе, который находится при температуре $100\text{ }^\circ\text{C}$, если известно, что относительная влажность этой порции воздуха равна 30%. Ответ округлите до сотых долей.

Ответ: _____ кг/м³.

11 На рисунке изображён график зависимости давления p одного моля идеального одноатомного газа от его температуры T в процессе 1–2. Как в результате перехода из состояния 1 в состояние 2 изменяются внутренняя энергия газа и объём газа?



Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается;

2) уменьшается;

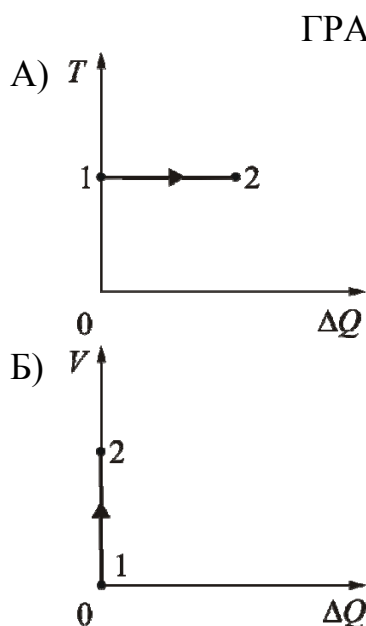
3) не изменяется.

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

| Внутренняя энергия газа | Объём газа |
|-------------------------|------------|
| | |

- 12** Один моль идеального газа находился в некотором состоянии 1. Затем в результате некоторых процессов, в ходе которых газ мог обмениваться количеством теплоты ΔQ с окружающими телами, газ медленно перешёл в состояние 2. Установите соответствие между графиками процессов 1–2 и названиями этих процессов, если T – абсолютная температура газа, а V – его объём. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



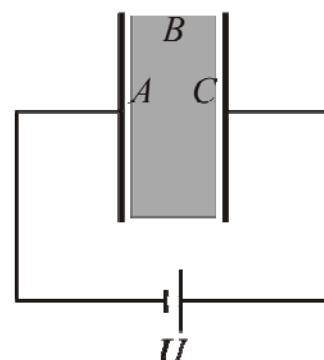
НАЗВАНИЕ ПРОЦЕССА

- 1) изотермический
- 2) изохорный
- 3) изобарный
- 4) адиабатный

Ответ:

| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

- 13** В плоский конденсатор помещена диэлектрическая пластина, толщина которой намного меньше размера обкладок конденсатора. Конденсатор подключён к источнику постоянного напряжения U так, как показано на рисунке. На какой поверхности диэлектрической пластины локализованы отрицательные поляризационные заряды?

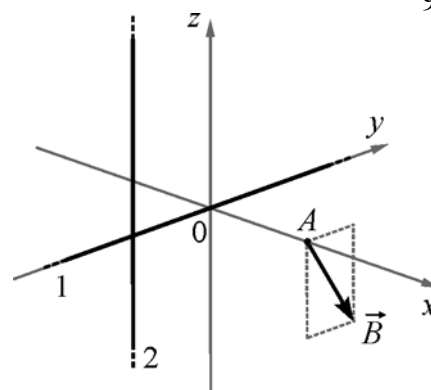


- 1) A
- 2) B
- 3) C
- 4) На всех трёх поверхностях A, B и C

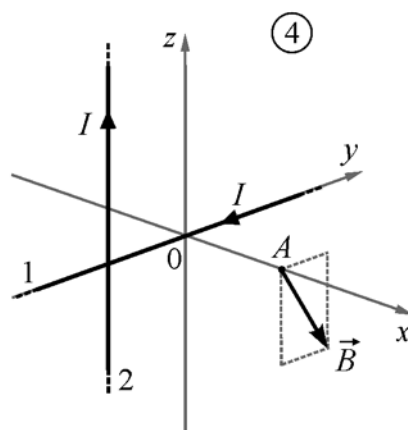
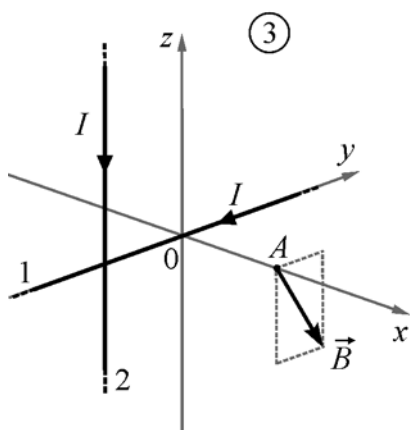
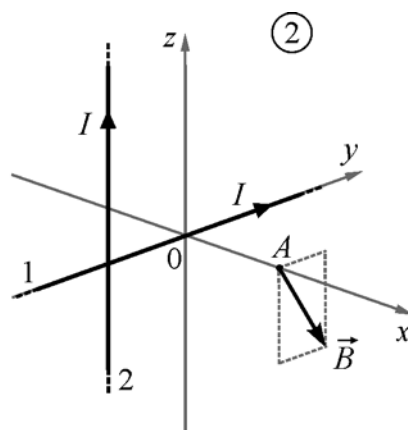
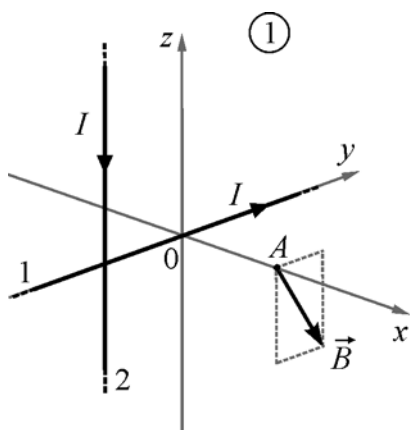
Ответ:

14

Магнитное поле образовано двумя бесконечно длинными тонкими прямыми проводами, по которым протекают одинаковые токи I . Провод 1 лежит на оси OY , провод 2 параллелен оси OZ и пересекает ось OX . Направление вектора индукции магнитного поля, создаваемого этими токами в точке A , изображено на рисунке (пунктирный прямоугольник параллелен плоскости YOZ).



На каком из следующих рисунков правильно показаны направления протекания токов в проводах?



1) 1

2) 2

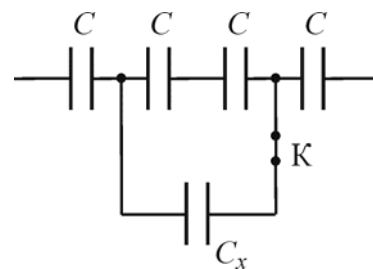
3) 3

4) 4

Ответ:

15

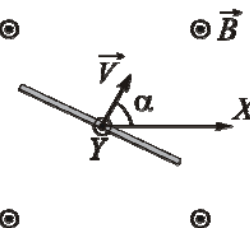
Участок цепи, схема которого изображена на рисунке, до размыкания ключа K имел электрическую ёмкость 8 нФ . После размыкания ключа электроёмкость данного участка цепи стала равной 6 нФ . Чему равна электроёмкость конденсатора C_x ?



Ответ: _____ нФ.

16

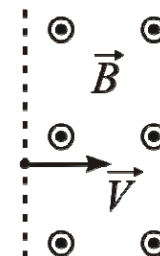
Прямой проводник длиной 25 см равномерно поступательно движется в однородном постоянном магнитном поле, направление которого совпадает с направлением вертикальной оси Y (на рисунке эта ось направлена «на нас»). Скорость проводника равна 1 м/с , направлена перпендикулярно проводнику, и составляет угол 60° с горизонтальной осью X , как показано на рисунке. Разность потенциалов между концами проводника равна 75 мВ . Определите модуль индукции магнитного поля.



Ответ: _____ Тл.

17

Заряженная частица влетает в полупространство, в котором создано однородное постоянное магнитное поле с индукцией \vec{B} . Вектор скорости \vec{V} частицы в момент попадания в магнитное поле перпендикулярен вектору \vec{B} . Как изменятся радиус траектории частицы при движении в поле и время нахождения частицы в поле, если уменьшить скорость частицы при её попадании в поле?

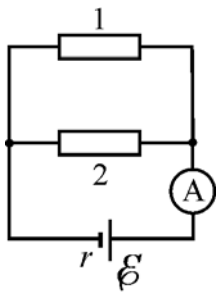


Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

| Радиус траектории частицы при движении в поле | Время нахождения частицы в поле |
|---|---------------------------------|
| | |

- 18** На рисунке изображена схема электрической цепи, состоящей из источника постоянного напряжения с ЭДС \mathcal{E} и с внутренним сопротивлением r , двух одинаковых резисторов 1 и 2 сопротивлением $2r$ каждый и идеального амперметра.
- 
- Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Ток, протекающий через амперметр
 Б) Мощность, выделяющаяся в резисторе 2

ФОРМУЛА

- 1) $\frac{\mathcal{E}^2}{8r}$
 2) $\frac{\mathcal{E}}{2r}$
 3) $\frac{2}{25} \frac{\mathcal{E}^2}{r}$
 4) $\frac{\mathcal{E}}{r}$

Ответ:

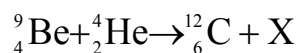
| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

- 19** Ядро какого изотопа из нижеперечисленных содержит наименьшее количество нейтронов?

- 1) ${}^1_6\text{C}$ 2) ${}^{15}_9\text{F}$ 3) ${}^8_4\text{Be}$ 4) ${}^7_2\text{He}$

Ответ:

- 20** Определите неизвестный продукт X ядерной реакции:



- 1) электрон 2) протон 3) α – частица 4) нейтрон

Ответ:

- 21** Современная зелёная лазерная указка обеспечивает генерацию лазерного луча мощностью 0,6 Вт. В одном кубическом сантиметре этого луча запасена энергия 2 нДж. Какова площадь поперечного сечения такого луча?

Ответ: _____ мм².

22

В пробирке находится ν молей атомов β -радиоактивного вещества с периодом полураспада T . Экспериментатор отмеряет время $10T$. Потом он берёт другую пробирку с тем же количеством атомов другого радиоактивного вещества с периодом полураспада $2T$, и отмеряет то же самое время $10T$. Известно, что продуктами распада обоих веществ являются стабильные изотопы.

Как для второй пробирки по сравнению с первой через время $10T$ изменяются следующие физические величины: количество вещества в пробирке; количество радиоактивных атомов в пробирке? 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.

| Количество вещества в пробирке | Количество радиоактивных атомов в пробирке |
|--------------------------------|--|
| | |

23

Школьник собирается проверить гипотезу о том, что коэффициент сухого трения не зависит от площади соприкосновения трущихся поверхностей. Для этого он кладет на горизонтальную стальную поверхность деревянный брусок с площадью нижнего основания S и измеряет модуль минимальной горизонтально направленной силы, которую нужно приложить к бруску для того, чтобы сдвинуть его с места. Какой второй опыт должен провести школьник для того, чтобы проверить гипотезу?

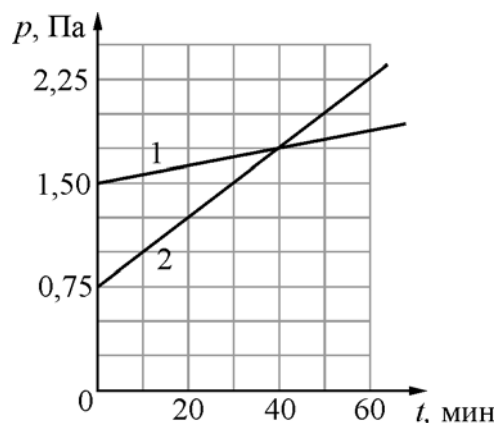
- 1) с деревянным бруском большей массы, с площадью нижнего основания S , лежащим на стальной поверхности
- 2) с деревянным бруском той же массой, с площадью нижнего основания $2S$, лежащим на деревянной поверхности
- 3) с деревянным бруском той же массой, с площадью нижнего основания $2S$, лежащим на стальной поверхности
- 4) со стальным бруском меньшей массы, с площадью нижнего основания S , лежащим на деревянной поверхности

Ответ:

24

В двух закрытых сосудах одинакового объёма (1 литр) нагревают два различных газа – 1 и 2. На рисунке показаны зависимости давления p этих газов от времени t . Известно, что начальные температуры газов были одинаковы.

Выберите **два** верных утверждения, соответствующие результатам этих экспериментов.



- 1) Количество вещества первого газа меньше, чем количество вещества второго газа.
- 2) Так как по условию эксперимента газы имеют одинаковые объёмы, а в момент времени $t = 40$ мин они имеют и одинаковые давления, то температуры этих газов в этот момент времени также одинаковы.
- 3) В момент времени $t = 40$ мин температура газа 1 больше температуры газа 2.
- 4) В процессе проводимого эксперимента внутренняя энергия обоих газов увеличивается.
- 5) В процессе проводимого эксперимента оба газа не совершают работу.

Ответ:

| | |
|--|--|
| | |
|--|--|

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

25

Камень бросили вертикально вверх с начальной скоростью 15 м/с. Через какое минимальное время после броска потенциальная энергия камня, отсчитанная от уровня точки бросания, будет в 8 раз больше кинетической энергии камня? Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Ответ: _____ с.

26

В идеальной тепловой машине температура холодильника отличается в 0,75 раза от температуры нагревателя. Над рабочим телом машины совершается один цикл. Чему равно отношение модуля количества теплоты, отданного рабочим телом, к совершённой машиной работе?

Ответ: _____.

- 27 Поток фотонов падает на металлическую пластину с работой выхода 4,3 эВ и выбивает из пластины фотоэлектроны, которые попадают в замедляющее однородное электрическое поле с модулем напряжённости 0,1 В/м. Какое время проходит от момента начала замедления фотоэлектронов до их полной остановки, если энергия падающего фотона 13,2 эВ? Считайте, что все фотоэлектроны при вылете из пластины имеют одинаковую скорость.

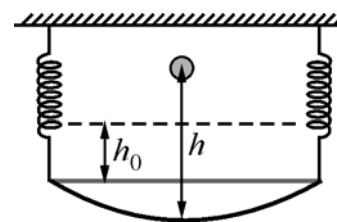
Ответ: _____ мкс.

Для записи ответов на задания этой части (28–32) используйте чистый лист. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

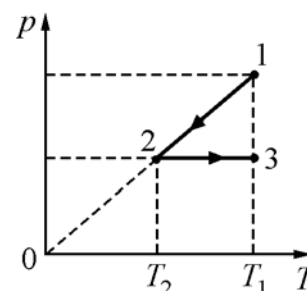
- 28 Во время грозы было видно, как между облаками проскакивает длинная молния, а затем, через некоторое время, был слышен удар грома и его раскаты, как бы «разбегающиеся» в разные стороны от середины молнии. Объясните описанные выше явления, наблюдаемые во время грозы.

Полное правильное решение каждой из задач 29–32 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.

- 29 К потолку на двух одинаковых лёгких пружинах подвешена чашка, растягивающая пружины на расстояние $h_0 = 5$ см. С высоты $h = 15$ см в чашку падает и прилипает к ней груз с массой, равной массе чашки (см. рис.). На какое максимальное расстояние H относительно своего исходного положения после этого опустится чашка? Потерями механической энергии пренебречь.



- 30 Идеальный одноатомный газ в количестве $\nu = 3$ моль сначала охладили, уменьшив его температуру от $T_1 = 300$ К до $T_2 = T_1/n$, где $n = 2$, а затем нагрели до начальной температуры. При этом давление p газа изменялось так, как показано на графике. Какое суммарное количество теплоты газ отдал и получил в процессе 1–2–3?



- 31** Плоский конденсатор имеет между своими обкладками пластину из твёрдого диэлектрика с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon = 4$, полностью заполняющую зазор между ними. Ёмкость конденсатора при этом равна $C = 50$ пФ. Конденсатор подсоединён к источнику с напряжением $U = 240$ В. Какую работу A надо совершить для того, чтобы медленно вытянуть диэлектрическую пластину из конденсатора? Трения нет.
- 32** Небольшой уединённый металлический шарик долго облучали в вакууме светом с длиной волны $\lambda = 412$ нм, в результате чего он зарядился и приобрёл потенциал $\varphi = 1$ В. Чему равна работа выхода электрона из этого металла? Ответ выразите в эВ.