

Тренировочная работа №3 по ФИЗИКЕ

11 класс

31 января 2019 года

Вариант ФИ10303

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. 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 бумаги 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 | $931,5 \text{ МэВ}$ |
| 1 электронвольт | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ |
| 1 астрономическая единица | $1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$ |
| 1 световой год | $1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$ |
| 1 парсек | $1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$ |

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 | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$ |

Астрономические величины

| | |
|--------------------------------|---|
| средний радиус Земли | $R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$ |
| радиус Солнца | $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$ |
| температура поверхности Солнца | $T = 6000 \text{ К}$ |

Плотность

| | | | |
|-------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| воды | 1000 кг/м ³ | подсолнечного масла | 900 кг/м ³ |
| древесины (сосны) | 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 | $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | алюминия | 900 Дж/(кг·К) |
| льда | $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | меди | 380 Дж/(кг·К) |
| железа | 460 Дж/(кг·К) | чугуна | 500 Дж/(кг·К) |
| свинца | 130 Дж/(кг·К) | | |

Удельная теплота

| | |
|----------------------|--------------------------------|
| парообразования воды | $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ |
| 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

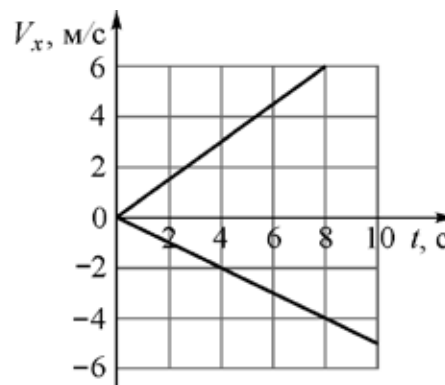
| | | | |
|----------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| азота | $28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | гелия | $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| аргона | $40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | кислорода | $32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| 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 слово, цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

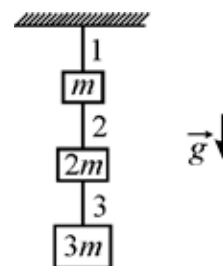
Два точечных тела начинают двигаться из одной точки вдоль оси OX в противоположных направлениях. На рисунке показаны графики зависимостей проекций их скоростей V_x на ось OX от времени t . Чему будет равно расстояние между этими телами через 8 секунд после начала движения?



Ответ: _____ м.

2

Три бруска массами m , $2m$ и $3m$ с помощью невесомых нерастяжимых нитей 1, 2 и 3 соединены между собой и прикреплены к потолку (см. рисунок). Система находится в равновесии. Чему равно отношение модулей сил натяжения нитей 1 и 2?



Ответ: _____.

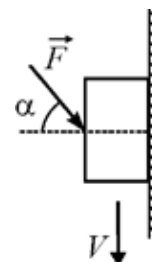
3

У основания шероховатой наклонной плоскости покоится маленькая шайба массой 100 г. Шайбе сообщают импульс 0,6 кгж/с в направлении вверх вдоль наклонной плоскости. После этого шайба поднимается по плоскости и останавливается на высоте 20 см от основания. Какое количество теплоты выделяется при движении шайбы?

Ответ: _____ Дж.

4

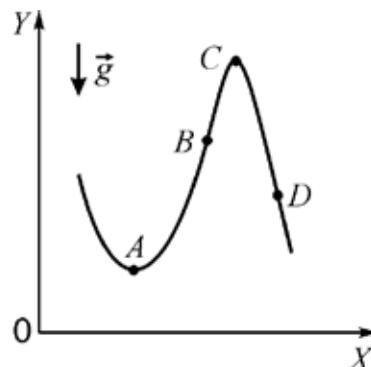
Брусек массой 100 г перемещают с постоянной скоростью вертикально вниз вдоль шероховатой вертикальной стены, действуя на него силой \vec{F} . Эта сила равна по модулю 5 Н и направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонтали так, как показано на рисунке. Чему равен модуль силы трения, действующей на брусок?



Ответ: _____ Н.

5

Материальная точка движется в поле силы тяжести по траектории, изображённой на рисунке, в направлении от точки A к точке D . Траектория лежит в вертикальной плоскости (ось OX горизонтальна, ось OY вертикальна). Модуль скорости точки постоянен.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

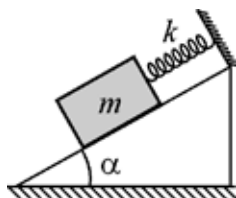
- 1) В положениях B и D проекции вектора скорости точки на ось OY имеют одинаковые знаки.
- 2) В положении A потенциальная энергия точки меньше, чем в положениях B , C и D .
- 3) В положении A кинетическая энергия точки меньше, чем в положениях B , C и D .
- 4) Кинетическая энергия точки в положении D больше, чем в положении C .
- 5) В положении C модуль ускорения точки больше, чем в положении A .

Ответ:

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

6

Брусok массой m , прикрепленный к невесомой пружине жёсткостью k , покоится на гладкой наклонной поверхности. Ось пружины параллельна этой поверхности (см. рисунок).



Как изменятся деформация пружины в равновесном состоянии и модуль равнодействующей сил тяжести и упругости пружины, если массу бруска уменьшить в 4 раза, а жёсткость пружины уменьшить в 2 раза?

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.

| Деформация пружины в равновесном состоянии | Модуль равнодействующей сил тяжести и упругости пружины |
|---|--|
| | |

7

В груз массой M горизонтально расположенного не колеблющегося пружинного маятника попадает пуля массой m , летевшая со скоростью V вдоль оси пружины жёсткостью k . Пуля застревает в грузе. Пружина очень лёгкая, трение при движении маятника пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

А) круговая частота ω колебаний груза маятника

1) $\frac{mV}{\sqrt{k(m+M)}}$

Б) амплитуда колебаний груза маятника

2) $\frac{mV}{\sqrt{kM}}$

3) $\sqrt{\frac{k}{M}}$

4) $\sqrt{\frac{k}{m+M}}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

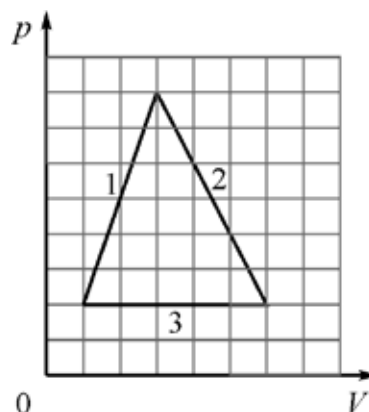
8

В закрытом сосуде находится идеальный газ при давлении 105 750 Па и температуре, соответствующей среднеквадратичной скорости теплового хаотического движения молекул 494 м/с. Чему равна плотность этого газа? Ответ выразите в кг/м^3 и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ кг/м^3 .

9

На pV -диаграмме показан циклический процесс, совершаемый с постоянным количеством идеального газа. На каком участке процесса работа, которую совершает газ, равна по модулю работе, совершаемой газом за весь цикл?



Ответ: _____.

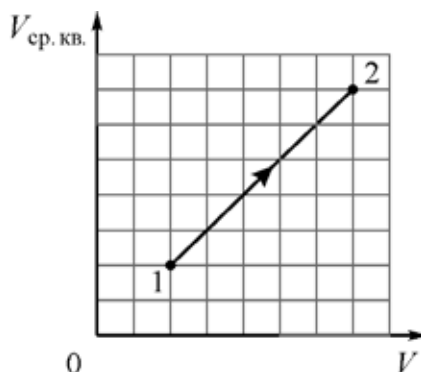
10

В изобарном процессе теплоёмкость одного моля кислорода равна $29,085 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$. Определите удельную теплоёмкость кислорода в этом процессе. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж/(кг·К).

11

На рисунке показан график зависимости модуля среднеквадратичной скорости $V_{\text{ср. кв.}}$ атомов одноатомного идеального газа от объёма V газа в некотором процессе 1@2. Количество атомов газа в течение этого процесса не изменяется.



На основании анализа представленного графика выберите **два** верных утверждения.

- 1) В процессе 1@2 газ совершает положительную работу.
- 2) В процессе 1@2 внутренняя энергия газа уменьшается.
- 3) В процессе 1@2 давление p газа возрастает прямо пропорционально объёму V газа.
- 4) В процессе 1@2 газ отдаёт некоторое количество теплоты окружающим телам.
- 5) Процесс 1@2 является изобарическим.

Ответ:

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

- 12** Один моль идеального одноатомного газа, находившегося при давлении p_1 в сосуде объёмом V_1 , изобарно нагревают от температуры T_1 до температуры T_2 . Как изменятся приращение внутренней энергии газа и переданное газу количество теплоты, если нагревание этого газа осуществлять изохорно из того же начального состояния (p_1, V_1, T_1) до той же конечной температуры T_2 ?

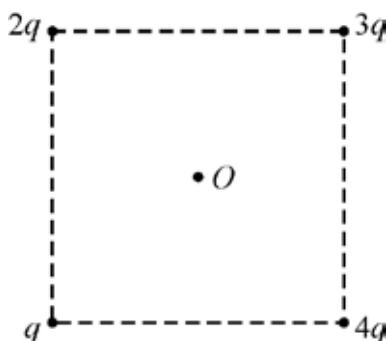
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

| Приращение внутренней энергии газа | Переданное газу количество теплоты |
|------------------------------------|------------------------------------|
| | |

- 13** В вершинах квадрата закреплены положительные точечные заряды – так, как показано на *рисунке*.



Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электрического поля в центре O квадрата? *Ответ запишите словом (словами).*

Ответ: _____.

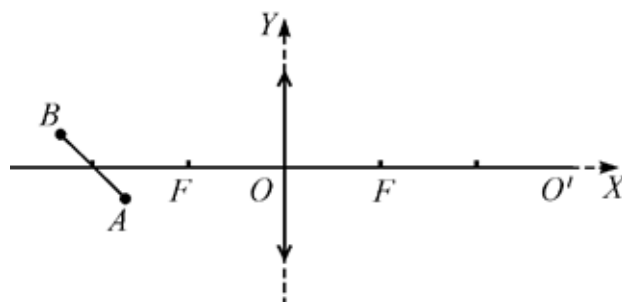
- 14** Два маленьких отрицательно заряженных металлических шарика находятся в вакууме на достаточно большом расстоянии друг от друга. Модуль силы их кулоновского взаимодействия равен F_1 . Модули зарядов шариков отличаются в 5 раз. Если эти шарики привести в соприкосновение, а затем расположить на прежнем расстоянии друг от друга, то модуль силы их кулоновского взаимодействия станет равным F_2 . Определите отношение F_2 к F_1 .

Ответ: _____.

- 15** Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и батареи конденсаторов. В состав батареи входят четыре одинаковых конденсатора, соединённых параллельно. Круговая частота ω свободных электромагнитных колебаний, которые могут происходить в этом контуре, равна 2500 с^{-1} . По разным причинам три конденсатора из четырёх вышли из строя. На сколько изменилась круговая частота свободных электромагнитных колебаний в контуре?

Ответ: _____ с^{-1} .

- 16** Середина светящегося отрезка AB находится на расстоянии 20 см от центра тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см (см. рисунок). Линия OO' , совпадающая с координатной осью OX , является главной оптической осью линзы. Координатная ось OY лежит в плоскости линзы. Отрезок AB находится в плоскости OXY .



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Расстояние вдоль оси OX от линзы до точки A меньше, чем расстояние вдоль оси OX от линзы до изображения точки A .
- 2) Расстояние вдоль оси OX от линзы до точки B меньше, чем расстояние вдоль оси OX от линзы до изображения точки B .
- 3) При вращении отрезка AB вокруг его середины в плоскости рисунка против часовой стрелки изображение будет поворачиваться по часовой стрелке.
- 4) Расстояние вдоль оси OY от главной оптической оси до точки B равно расстоянию вдоль оси OY от главной оптической оси до изображения точки B .
- 5) Размер изображения будет равен размеру светящегося объекта.

Ответ:

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

17

Металлическое кольцо находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Проводя первый опыт, модуль индукции магнитного поля равномерно уменьшают от начального значения B_0 до нуля за некоторое время. Во втором опыте модуль индукции магнитного поля снова равномерно уменьшают от B_0 до нуля, но в два раза быстрее. Как изменятся во втором опыте по сравнению с первым возникающая в кольце ЭДС индукции и протекший по кольцу электрический заряд?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

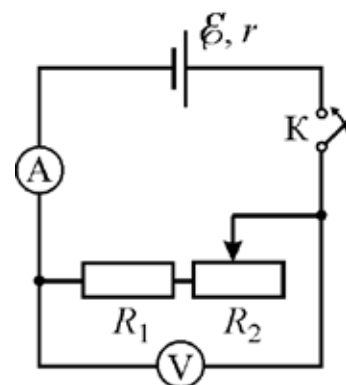
- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

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

| Возникающая в кольце ЭДС индукции | Протекший по кольцу электрический заряд |
|-----------------------------------|---|
| | |

18

Электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС 6 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, вольтметра, амперметра, резистора R_1 , реостата R_2 и ключа (см. рисунок). Резистор R_1 имеет постоянное сопротивление 2 Ом, а сопротивление реостата сначала равно нулю. Ключ замыкают, после чего амперметр и вольтметр показывают некоторые значения силы тока и напряжения. В момент времени $t = 0$ сопротивление реостата начинают увеличивать со временем по закону $R_2(t) = 3t$.



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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ЗНАЧЕНИЕ

- А) Время, спустя которое показания вольтметра увеличатся в 1,25 раза
- Б) Показания амперметра через 3 секунды

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 1,5
- 4) 0,5

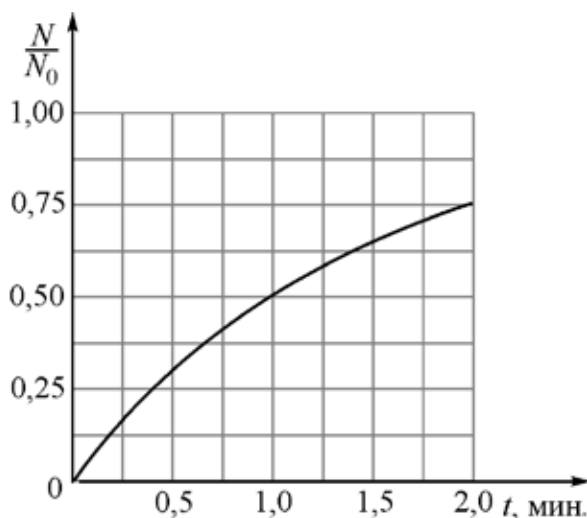
Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

- 19 Ядро $^{128}_{52}\text{Te}$ может испытывать двойной бета-распад, при котором образуются два электрона, два антинейтрино и дочернее ядро (продукт распада). Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в дочернем ядре?

| Число протонов | Число нейтронов |
|----------------|-----------------|
| | |

- 20 На рисунке изображён фрагмент графика зависимости относительного числа N/N_0 распавшихся ядер от времени t для некоторого изотопа (N_0 – начальное число ядер, N – число ядер, распавшихся к моменту времени t).

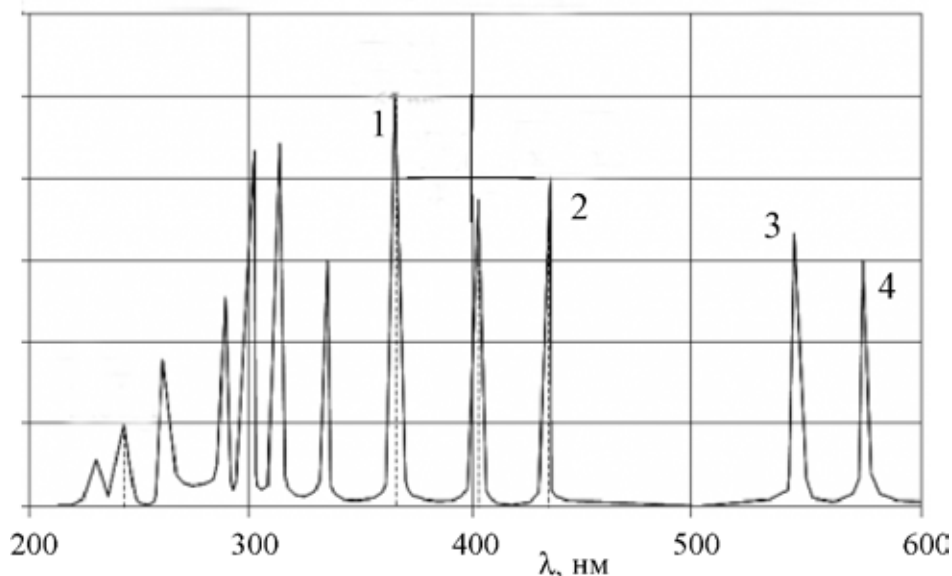


Пользуясь графиком, определите период полураспада этого изотопа.

Ответ: _____ с.

21

На рисунке показана часть спектра ртутной лампы. Некоторые спектральные пики пронумерованы. Установите соответствие между характеристиками светового излучения и спектральными пиками.



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

ХАРАКТЕРИСТИКИ СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

- А) световое излучение, не видимое
человеческим глазом
- Б) световое излучение с наименьшей частотой

СПЕКТРАЛЬНЫЙ ПИК

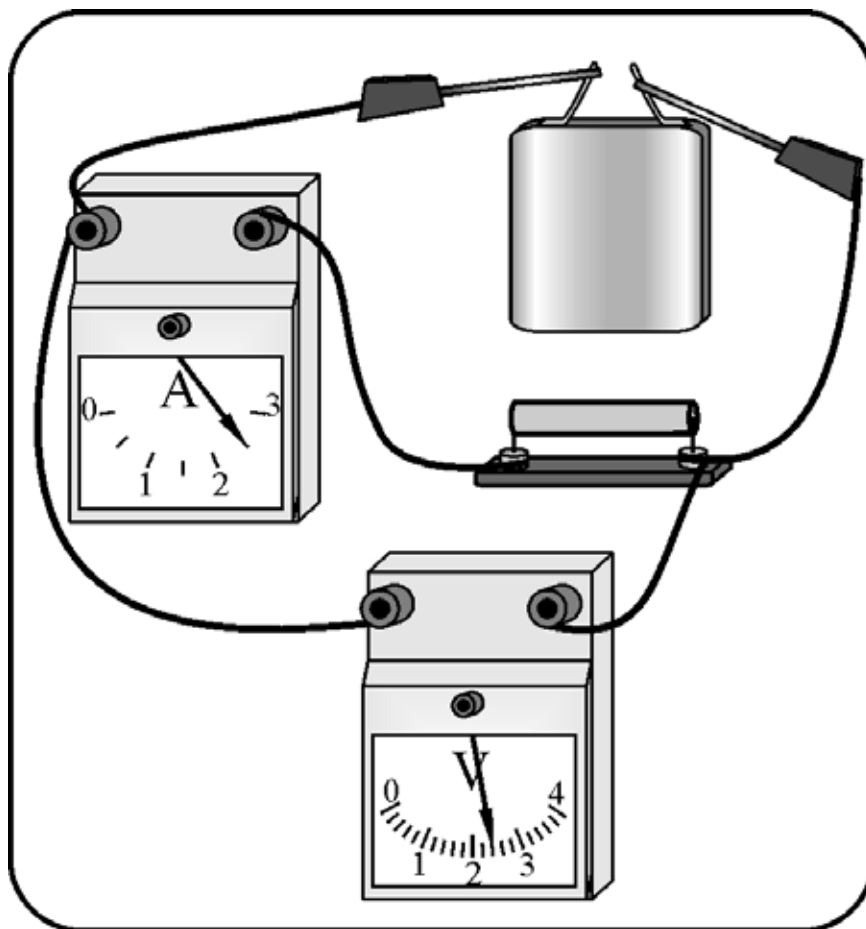
- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

22

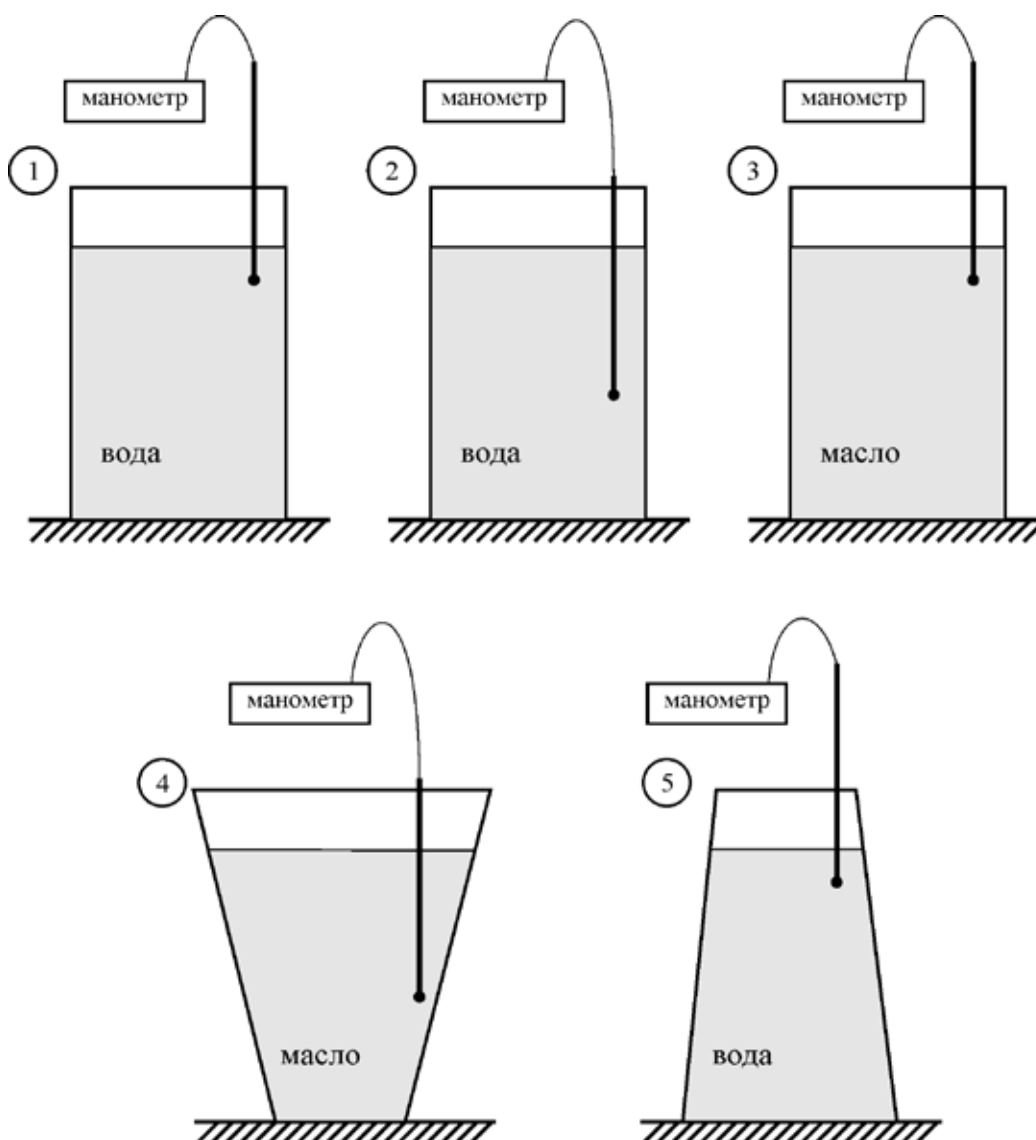
Определите показания вольтметра, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления шкалы прибора.



Ответ: (_____ \pm _____) В.

23

Необходимо экспериментально установить наличие зависимости давления в жидкости от глубины погружения в неё. Для измерения давления используется маленький датчик, который при помощи длинного прямого щупа можно погружать в разные сосуды с разными жидкостями. Результаты измерения давления фиксируются при помощи электронного манометра, к которому присоединён провод, идущий от датчика. Какие два эксперимента следует провести для установления указанной зависимости?



Ответ:

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

24

Из списка ниже выберите **два** типа галактик, которые приняты в современной классификации галактик.

- 1) овальные
- 2) неправильные
- 3) параболические
- 4) растянутые
- 5) спиральные

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

Снаряд, запущенный вертикально вверх, разорвался на высоте 70 м над землёй, в высшей точке своего подъёма, на три одинаковых осколка. Первый осколок сразу после взрыва полетел вертикально вниз, а второй – горизонтально. Скорости первого и второго осколков сразу после взрыва были одинаковыми по модулю и равными 10 м/с. Чему будет равен модуль скорости третьего осколка в момент его падения на землю? Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ м/с.

26

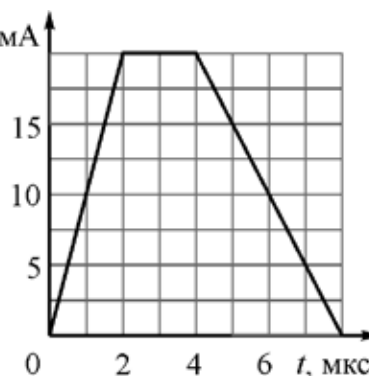
В закрытом сосуде с жёсткими стенками находится кислород при некоторой температуре и давлении 55,5 кПа. Концентрация молекул кислорода $5,4 \cdot 10^{25} \text{ л/м}^3$. В этот сосуд добавляют азот при такой же температуре. Концентрация молекул азота в сосуде становится равной $7,2 \cdot 10^{25} \text{ л/м}^3$. Чему равно парциальное давление азота в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ кПа.

27

На рисунке показан график зависимости силы тока I от времени t . Этим током заряжается конденсатор ёмкостью 1 пФ. Какая энергия будет запасена в конденсаторе, когда его зарядка закончится? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ мДж.



Для записи ответов на задания 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

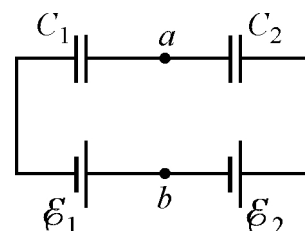
Школьник решил проверить целостность вторичной обмотки повышающего трансформатора, который был ему нужен для проведения опытов по электродинамике. Для этого он собрал последовательную цепь, состоящую из батарейки, низковольтной лампочки и исследуемой обмотки трансформатора. После замыкания этой цепи лампочка (не сразу) загорелась, что говорило об отсутствии обрывов во вторичной обмотке трансформатора. Однако, когда школьник стал размыкать эту цепь, держа её двумя руками за изоляцию скрученных проводников, он заметил, что в момент размыкания между концами проводников проскочила яркая искра. Объясните, руководствуясь известными физическими законами и закономерностями, почему в таких цепях даже при малых напряжениях батарейки это может происходить.

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 Грузик массой $m = 100$ г неподвижно висит на лёгкой абсолютно упругой гибкой резинке с коэффициентом упругости $k = 100$ Н/м в поле силы тяжести с ускорением свободного падения g . Грузик поднимают из этого положения вертикально вверх на высоту $h = 80$ см, меньшую длины резинки, и отпускают без начальной скорости. Найдите время движения грузика вниз до точки его остановки. Начальной деформацией резинки при покоящемся грузике можно пренебречь.

30 Один моль идеального одноатомного газа сначала перевели в изобарическом процессе из состояния с объёмом $V_1 = 15$ л и давлением $p_1 = 10^5$ Па в состояние с объёмом $V_2 = 30$ л, а затем сжали его до начального объёма V_1 в процессе, происходящем по закону $p = kV$, где k – некоторый постоянный коэффициент. Какую работу A совершил газ за весь процесс?

31 В цепи, изображённой на рисунке, к конденсаторам ёмкостью $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 3$ мкФ подключена цепочка из двух последовательно соединённых батареек с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 5$ В и $\mathcal{E}_2 = 4$ В. Найдите разность потенциалов $\Delta\varphi_{ab}$ между точками a и b цепи.



32 Дедушка Пети плохо видит вблизи из-за дальнозоркости, и для чтения книг на расстоянии наилучшего зрения ($d_0 = 25$ см) ему приходится использовать очки силой $D_1 = +2$ дптр. Если предмет расположен ближе 25 см, например на расстоянии $d_1 = 15$ см, то какие очки (с какой оптической силой D_2) дедушке придётся надеть вместо обычных, чтобы чётко видеть предмет (например, игольное ушко)?

Напоминание: при сложении тонких линз их оптические силы складываются.

Тренировочная работа №3 по ФИЗИКЕ

11 класс

31 января 2019 года

Вариант ФИ10304

Выполнена: ФИО _____ класс _____

Инструкция по выполнению работы

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

В заданиях 1–4, 8–10, 14, 15, 20, 25–27 ответом является целое число или конечная десятичная дробь. Число запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 5–7, 11, 12, 16–18, 21, 23 и 24 является последовательность двух цифр. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданию 13 является слово. Ответ запишите в поле ответа в тексте работы.

Ответом к заданиям 19 и 22 являются два числа. 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 бумаги 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 | $931,5 \text{ МэВ}$ |
| 1 электронвольт | $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ |
| 1 астрономическая единица | $1 \text{ а.е.} \approx 150\,000\,000 \text{ км}$ |
| 1 световой год | $1 \text{ св. год} \approx 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}$ |
| 1 парсек | $1 \text{ пк} \approx 3,26 \text{ св. года}$ |

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 | $1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а. е. м.}$ |

Астрономические величины

| | |
|--------------------------------|---|
| средний радиус Земли | $R_{\oplus} = 6370 \text{ км}$ |
| радиус Солнца | $R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8 \text{ м}$ |
| температура поверхности Солнца | $T = 6000 \text{ К}$ |

Плотность

| | | | |
|-------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| воды | 1000 кг/м ³ | подсолнечного масла | 900 кг/м ³ |
| древесины (сосны) | 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 | $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | алюминия | 900 Дж/(кг·К) |
| льда | $2,1 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ | меди | 380 Дж/(кг·К) |
| железа | 460 Дж/(кг·К) | чугуна | 500 Дж/(кг·К) |
| свинца | 130 Дж/(кг·К) | | |

Удельная теплота

| | |
|----------------------|--------------------------------|
| парообразования воды | $2,3 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ |
| 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

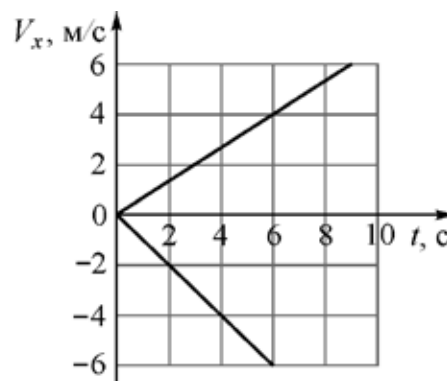
| | | | |
|----------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| азота | $28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | гелия | $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| аргона | $40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | кислорода | $32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| 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 слово, цифра, число или последовательность цифр. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

1

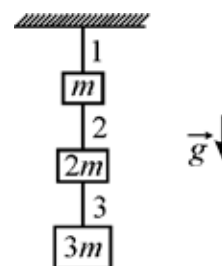
Два точечных тела начинают двигаться из одной точки вдоль оси OX в противоположных направлениях. На рисунке показаны графики зависимостей проекций их скоростей V_x на ось OX от времени t . Чему будет равно расстояние между этими телами через 6 секунд после начала движения?



Ответ: _____ м.

2

Три бруска массами m , $2m$ и $3m$ с помощью невесомых нерастяжимых нитей 1, 2 и 3 соединены между собой и прикреплены к потолку (см. рисунок). Система находится в равновесии. Чему равно отношение модулей сил натяжения нитей 1 и 3?



Ответ: _____.

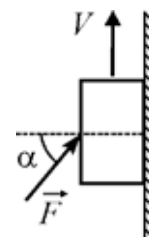
3

У основания шероховатой наклонной плоскости покоится маленькая шайба массой 100 г. Шайбе сообщают импульс $0,4 \text{ кг}\cdot\text{м}/\text{с}$ в направлении вверх вдоль наклонной плоскости. После этого шайба поднимается по плоскости и останавливается. При движении шайбы выделяется количество теплоты 0,5 Дж. На какой высоте от основания наклонной плоскости останавливается шайба?

Ответ: _____ см.

4

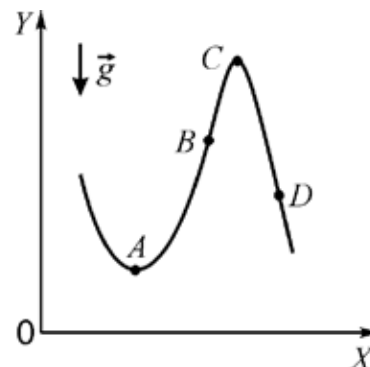
Брусек массой 100 г перемещают с постоянной скоростью вертикально вверх вдоль шероховатой вертикальной стены, действуя на него силой \vec{F} . Эта сила равна по модулю 5 Н и направлена под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонти так, как показано на рисунке. Чему равен модуль силы трения, действующей на брусок?



Ответ: _____ Н.

5

Материальная точка движется в поле силы тяжести по траектории, изображённой на рисунке, в направлении от точки D к точке A . Траектория лежит в вертикальной плоскости (ось OX горизонтальна, ось OY вертикальна). Модуль скорости точки постоянен.



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

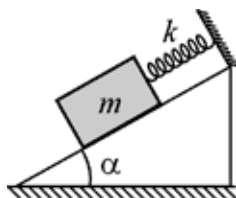
- 1) В положениях B и D проекции вектора скорости точки на ось OX имеют разные знаки.
- 2) В положениях A и C импульс точки одинаков по модулю, но различен по направлению.
- 3) В положении C кинетическая энергия точки больше, чем в положениях A , B и D .
- 4) Кинетическая энергия точки во всех положениях одинакова.
- 5) В положении A модуль ускорения точки меньше, чем в положении C .

Ответ:

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

6

Брусok массой m , прикрепленный к невесомой пружине жёсткостью k , покоится на гладкой наклонной поверхности. Ось пружины параллельна этой поверхности (см. рисунок).



Как изменятся деформация пружины в равновесном состоянии и модуль равнодействующей сил реакции поверхности и упругости пружины, если массу бруска увеличить в 4 раза, а жёсткость пружины увеличить в 2 раза?

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.

| Деформация пружины в равновесном состоянии | Модуль равнодействующей сил реакции поверхности и упругости пружины |
|---|--|
| | |

7

В груз массой M горизонтально расположенного не колеблющегося пружинного маятника попадает пуля массой m , летевшая со скоростью V вдоль оси пружины жёсткостью k . Пуля застревает в грузе. Пружина очень лёгкая, трение при движении маятника пренебрежимо мало.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их в рассматриваемой задаче.

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

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

ФОРМУЛА

- А) период колебаний груза маятника
Б) количество теплоты, выделившееся при застревании пули в грузе

- 1) $\frac{m(m+M)V^2}{2M}$
2) $\frac{mMV^2}{2(m+M)}$
3) $2\rho\sqrt{\frac{m+M}{k}}$
4) $2\rho\sqrt{\frac{M}{k}}$

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

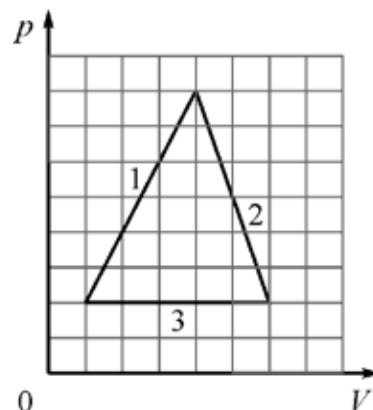
8

В закрытом сосуде находится идеальный газ. При некоторой температуре среднеквадратичная скорость теплового хаотического движения молекул равна 526 м/с, а давление газа равно 101 450 Па. Чему равна плотность этого газа? Ответ выразите в кг/м³ и округлите до десятых долей.

Ответ: _____ кг/м³.

9

На pV -диаграмме показан циклический процесс, совершаемый с постоянным количеством идеального газа. На каком участке процесса работа, которую совершает газ, равна по модулю работе, совершаемой газом за весь цикл?

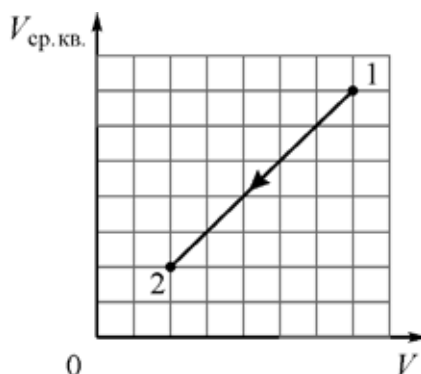


Ответ: _____.

- 10** В изохорном процессе теплоёмкость одного моля азота равна 20,775 Дж/(моль·К). Определите удельную теплоёмкость азота в этом процессе. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ Дж/(кг·К).

- 11** На рисунке показан график зависимости модуля среднеквадратичной скорости $V_{\text{ср. кв.}}$ атомов одноатомного идеального газа от объёма V газа в некотором процессе 1@2. Количество атомов газа в течение этого процесса не изменяется.



На основании анализа представленного графика выберите **два** верных утверждения.

- 1) В процессе 1@2 газ совершает положительную работу.
- 2) В процессе 1@2 внутренняя энергия газа уменьшается.
- 3) В процессе 1@2 давление p газа уменьшается прямо пропорционально объёму V газа.
- 4) В процессе 1@2 газ получает некоторое количество теплоты от окружающих тел.
- 5) Процесс 1@2 является изотермическим.

Ответ:

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

- 12** Один моль идеального одноатомного газа, находившегося при давлении p_1 в сосуде объёмом V_1 , изохорно нагревают от температуры T_1 до температуры T_2 . Как изменятся переданное газу количество теплоты и приращение внутренней энергии газа, если нагревание этого газа осуществлять изобарно из того же начального состояния (p_1, V_1, T_1) до той же конечной температуры T_2 ?

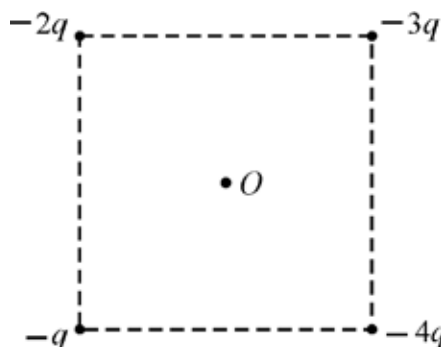
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

| Переданное газу количество теплоты | Приращение внутренней энергии газа |
|------------------------------------|------------------------------------|
| | |

- 13** В вершинах квадрата закреплены отрицательные точечные заряды – так, как показано на *рисунке*.



Как направлен относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) вектор напряжённости электрического поля в центре O квадрата? *Ответ запишите словом (словами).*

Ответ: _____.

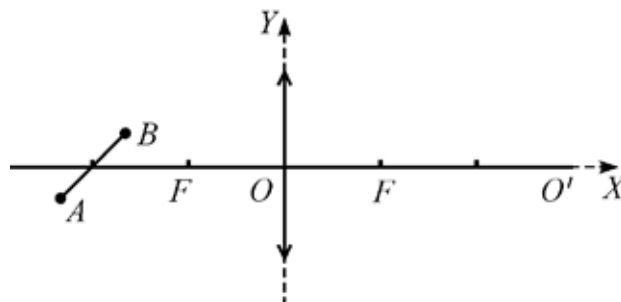
- 14** Два маленьких положительно заряженных металлических шарика находятся в вакууме на достаточно большом расстоянии друг от друга. Модуль силы их кулоновского взаимодействия равен F_1 . Модули зарядов шариков отличаются в 4 раза. Если эти шарики привести в соприкосновение, а затем расположить на прежнем расстоянии друг от друга, то модуль силы их кулоновского взаимодействия станет равным F_2 . Определите отношение F_1 к F_2 .

Ответ: _____.

- 15** Колебательный контур состоит из катушки индуктивности и батареи конденсаторов. В состав батареи входят девять одинаковых конденсаторов, соединённых параллельно. Круговая частота ω свободных электромагнитных колебаний, которые могут происходить в этом контуре, равна 3600 с^{-1} . По разным причинам пять конденсаторов из девяти вышли из строя. На сколько изменилась круговая частота свободных электромагнитных колебаний в контуре?

Ответ: _____ с^{-1} .

- 16** Середина светящегося отрезка AB находится на расстоянии 20 см от центра тонкой собирающей линзы с фокусным расстоянием 10 см (см. рисунок). Линия $OO\phi$, совпадающая с координатной осью OX , является главной оптической осью линзы. Координатная ось OY лежит в плоскости линзы. Отрезок AB находится в плоскости OXY .



Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения.

- 1) Расстояние вдоль оси OX от линзы до точки A меньше, чем расстояние вдоль оси OX от линзы до изображения точки A .
- 2) Расстояние вдоль оси OX от линзы до точки B меньше, чем расстояние вдоль оси OX от линзы до изображения точки B .
- 3) Расстояние вдоль оси OY от главной оптической оси до точки A равно расстоянию вдоль оси OY от главной оптической оси до изображения точки A .
- 4) При вращении отрезка AB вокруг его середины в плоскости рисунка по часовой стрелке изображение будет поворачиваться против часовой стрелки.
- 5) Размер изображения равен размеру светящегося объекта.

Ответ:

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

- 17** Металлическое кольцо находится в однородном магнитном поле, линии индукции которого перпендикулярны плоскости кольца. Проводя первый опыт, модуль индукции магнитного поля равномерно увеличивают от начального значения B_0 до конечного значения B_1 за некоторое время. Во втором опыте модуль индукции магнитного поля снова равномерно увеличивают от B_0 до B_1 , но в два раза медленнее. Как изменятся во втором опыте по сравнению с первым возникающая в кольце ЭДС индукции и протёкший по кольцу электрический заряд?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

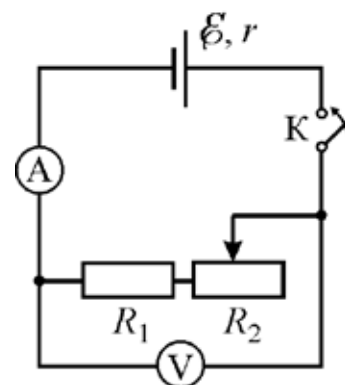
- 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины.

Цифры в ответе могут повторяться.

| Возникающая в кольце ЭДС индукции | Протёкший по кольцу электрический заряд |
|-----------------------------------|---|
| | |

- 18** Электрическая цепь состоит из источника постоянного напряжения с ЭДС 5 В и внутренним сопротивлением 1 Ом, вольтметра, амперметра, резистора R_1 , реостата R_2 и ключа (см. рисунок). Резистор R_1 имеет постоянное сопротивление 2 Ом, а сопротивление реостата сначала равно нулю. Ключ замыкают, после чего амперметр и вольтметр показывают некоторые значения силы тока и напряжения. В момент времени $t = 0$ сопротивление реостата начинают увеличивать со временем по закону $R_2(t) = 2t$.



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

| ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА | ЗНАЧЕНИЕ |
|---|--------------------|
| А) время, спустя которое показания амперметра уменьшатся в 2 раза | 1) 2,5 2) 1,5 |
| Б) показания вольтметра через 3,5 секунды | 3) 4,5 4) 4,375 |

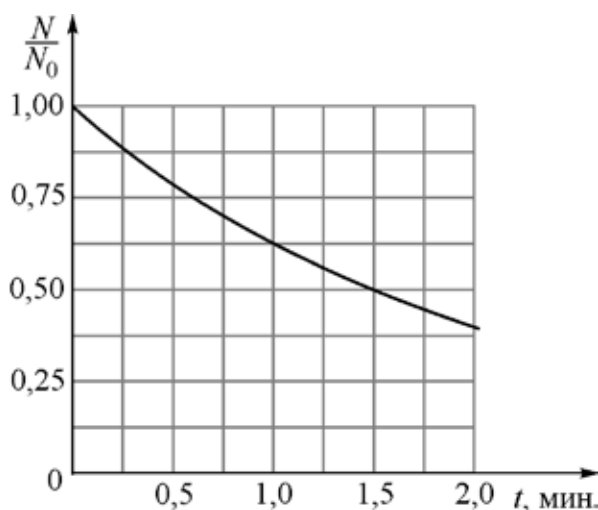
Ответ:

| | |
|---|---|
| А | Б |
| | |

- 19** Ядро $^{150}_{60}\text{Nd}$ может испытывать двойной бета-распад, при котором образуются два электрона, два антинейтрино и дочернее ядро (продукт распада). Сколько протонов и сколько нейтронов содержится в дочернем ядре?

| Число протонов | Число нейтронов |
|----------------|-----------------|
| | |

- 20** На *рисунке* изображён фрагмент графика зависимости относительного числа N/N_0 нераспавшихся ядер от времени t для некоторого изотопа (N_0 – начальное число ядер, N – число ядер, не распавшихся к моменту времени t).

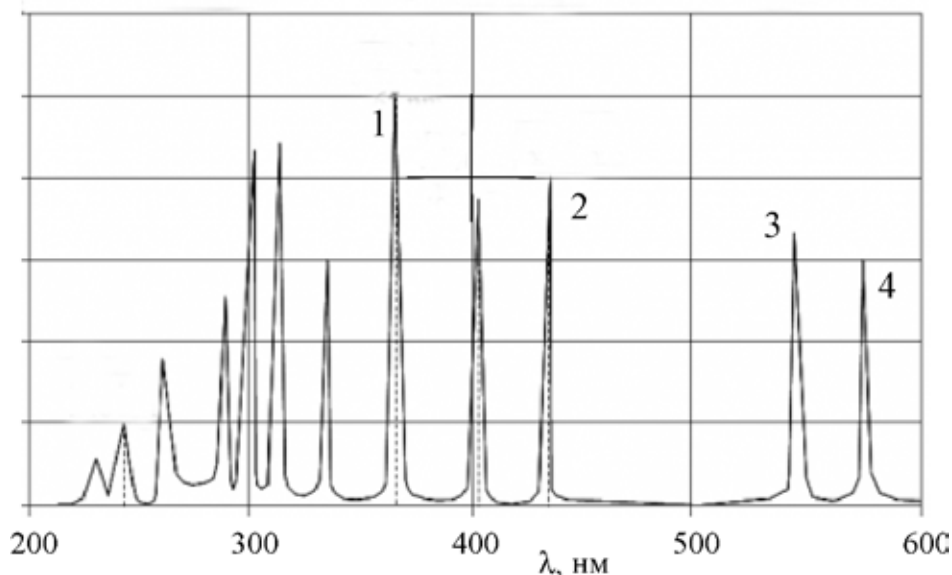


Пользуясь графиком, определите период полураспада этого изотопа.

Ответ: _____ с.

21

На рисунке показана часть спектра ртутной лампы. Некоторые спектральные пики пронумерованы. Установите соответствие между характеристиками светового излучения и спектральными пиками.



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

ХАРАКТЕРИСТИКА
СВЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

СПЕКТРАЛЬНЫЙ
ПИК

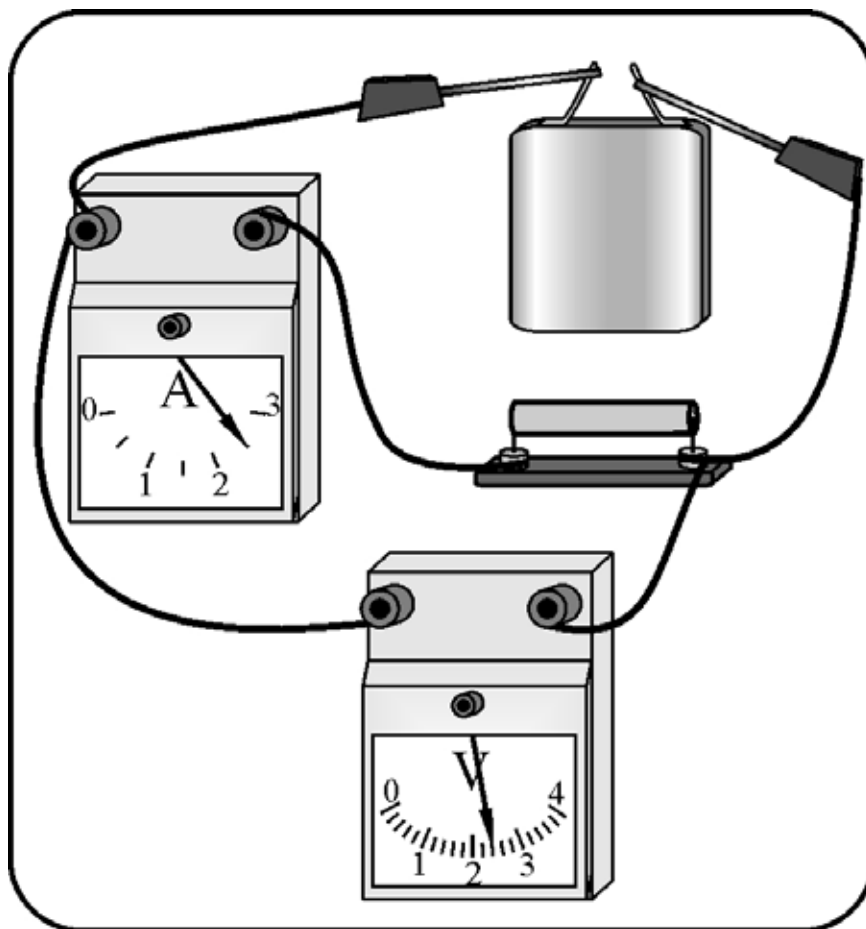
- А) световое излучение, наиболее близкое к красной области спектра
Б) световое излучение с наибольшей частотой

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

Ответ:

| А | Б |
|---|---|
| | |

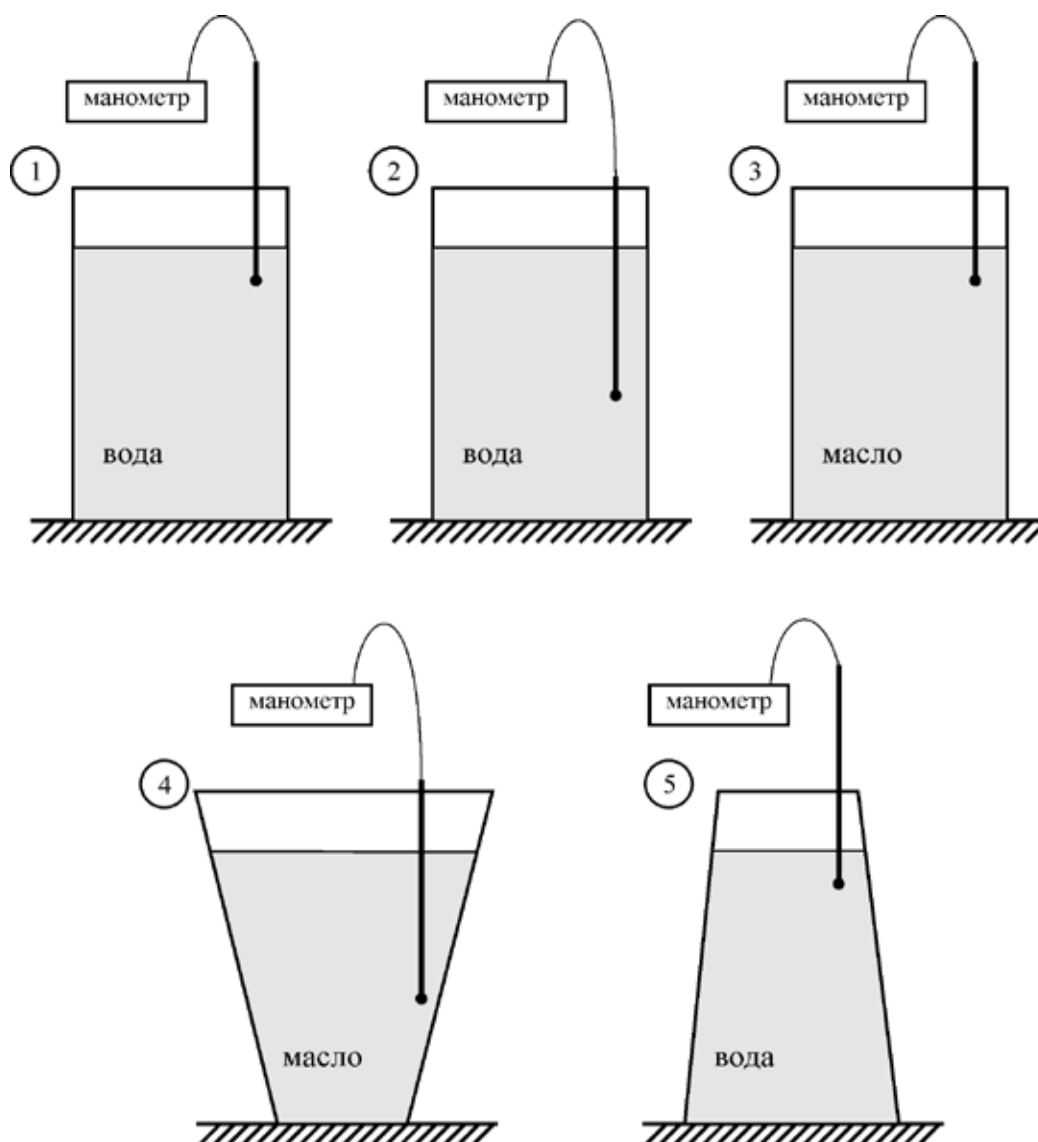
- 22 Определите показания амперметра, если погрешность прямого измерения равна половине цены деления шкалы прибора.



Ответ: (_____ \pm _____) A.

23

Необходимо экспериментально установить наличие зависимости давления в жидкости от плотности жидкости. Для измерения давления используется маленький датчик, который при помощи длинного прямого щупа можно погружать в разные сосуды с разными жидкостями. Результаты измерения давления фиксируются при помощи электронного манометра, к которому присоединён провод, идущий от датчика. Какие два эксперимента следует провести для установления указанной зависимости?



Ответ:

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

24

Из списка ниже выберите **две** стадии звёздной эволюции, которые ожидают наше Солнце в будущем.

- 1) белый карлик
- 2) красный гигант
- 3) красный карлик
- 4) нейтронная звезда
- 5) голубой гигант

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

Снаряд, запущенный вертикально вверх, разорвался на высоте 85 м над землёй, в высшей точке своего подъёма, на три одинаковых осколка. Первый осколок сразу после взрыва полетел горизонтально, а второй – вертикально вверх. Скорости первого и второго осколков сразу после взрыва были одинаковыми по модулю и равными 20 м/с. Чему будет равен модуль скорости третьего осколка в момент его падения на землю? Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ м/с.

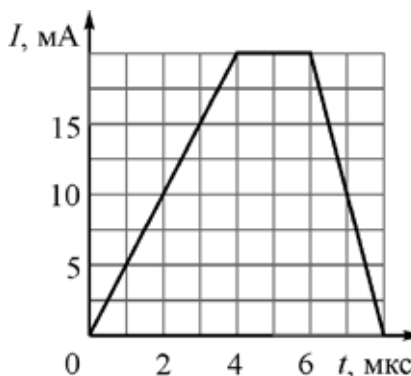
26

В закрытом сосуде с жёсткими стенками находится кислород при некоторой температуре и давлении 55 кПа. Концентрация молекул кислорода $4 \cdot 10^{25} \text{ л/м}^3$. В этот сосуд добавляют азот при такой же температуре. Концентрация молекул азота в сосуде становится равной $7,2 \cdot 10^{25} \text{ л/м}^3$. На какую величину изменится давление в этом сосуде? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: _____ кПа.

27

На рисунке показан график зависимости силы тока I от времени t . Этим током заряжается конденсатор ёмкостью 5 пФ. Какая энергия будет запасена в конденсаторе, когда его зарядка закончится? Ответ округлите до целого числа.



Ответ: _____ мДж.

Для записи ответов на задания 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

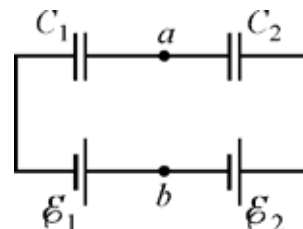
Школьник решил проверить целостность вторичной обмотки повышающего трансформатора, который был ему нужен для проведения опытов по электродинамике. Для этого он собрал последовательную цепь, состоящую из батарейки, низковольтной лампочки и исследуемой обмотки трансформатора. После замыкания этой цепи лампочка (не сразу) загорелась, что говорило об отсутствии обрывов во вторичной обмотке трансформатора. Однако, когда школьник стал размыкать эту цепь, держась двумя руками за скрученные проводники, он получил сильный удар током. Объясните, руководствуясь известными физическими законами и закономерностями, почему в таких цепях даже при малых напряжениях батарейки это может происходить.

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 Грузик массой $m = 200$ г неподвижно висит на лёгкой абсолютно упругой гибкой резинке с коэффициентом упругости $k = 200$ Н/м в поле силы тяжести с ускорением свободного падения g . Грузик поднимают из этого положения вертикально вверх на высоту $h = 45$ см, меньшую длины резинки, и отпускают без начальной скорости. Найдите время движения грузика вниз до точки его остановки. Начальной деформацией резинки при покоящемся грузике можно пренебречь.

30 Один моль идеального одноатомного газа сначала перевели в изобарическом процессе из состояния с объёмом $V_1 = 10$ л и давлением $p_1 = 10^5$ Па в состояние с объёмом $V_2 = 25$ л, а затем сжали его до начального объёма V_1 в процессе, происходящем по закону $p = kV$, где k – некоторый постоянный коэффициент. Какую работу A совершил газ за весь процесс?

31 В цепи, изображённой на рисунке, к конденсаторам ёмкостью $C_1 = 5$ мкФ и $C_2 = 4$ мкФ подключена цепочка из двух последовательно соединённых батареек с ЭДС $\mathcal{E}_1 = 3$ В и $\mathcal{E}_2 = 4$ В. Найдите разность потенциалов $\Delta\varphi_{ab}$ между точками a и b цепи.



32 Дедушка Пети плохо видит вблизи из-за дальнозоркости, и для чтения книг на расстоянии наилучшего зрения ($d_0 = 25$ см) ему приходится использовать очки силой $D_1 = +2,5$ дптр. Если предмет расположен ближе 25 см, например на расстоянии $d_1 = 10$ см, то какие очки (с какой оптической силой D_2) дедушке придётся надеть вместо обычных, чтобы чётко видеть предмет (например, игольное ушко)?

Напоминание: при сложении тонких линз их оптические силы складываются.