

2012 г.

Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ

Тренировочный вариант №3

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 4 часа (240 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 35 заданий.

Часть 1 содержит 21 задание (А1–А21). К каждому заданию даётся 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 4 задания (В1–В4), в которых ответ необходимо записать в виде набора цифр.

Часть 3 состоит из 10 задач: А22–А25 с выбором одного верного ответа и С1–С6, для которых требуется дать развёрнутые решения.

При вычислениях разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

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 | санци | 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 | $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ |

Соотношение между различными единицами

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

Масса частиц

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

Плотность

| | | | |
|-------------------|-----------------------|---------------------|------------------------|
| | | подсолнечного масла | 900 кг/м^3 |
| воды | 1000 кг/м^3 | алюминия | 2700 кг/м^3 |
| древесины (сосна) | 400 кг/м^3 | железа | 7800 кг/м^3 |
| керосина | 800 кг/м^3 | ртути | 13600 кг/м^3 |

Удельная теплоёмкость

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

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°С

Молярная масса

| | | | |
|----------|------------------------------------|------------------|------------------------------------|
| азота | $28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | кислорода | $32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| аргона | $40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | лития | $6 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| водорода | $2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | молибдена | $96 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| воздуха | $29 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | неона | $20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |
| гелия | $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ | углекислого газа | $44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ |

Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1–A21) поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1

Два автомобиля движутся по прямому шоссе: первый – со скоростью \vec{v} , второй – со скоростью $(-3\vec{v})$ относительно Земли. Какова скорость второго автомобиля относительно первого?

- 1) \vec{v} 2) $-2\vec{v}$ 3) $4\vec{v}$ 4) $-4\vec{v}$

A2

Тело брошено вертикально вверх. Через 0,5 с после броска его скорость 20 м/с. Какова начальная скорость тела? Сопротивлением воздуха пренебречь.

- 1) 15 м/с 2) 20,5 м/с 3) 25 м/с 4) 30 м/с

A3

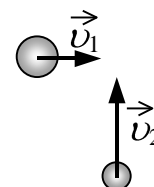
Груз массой 6 кг стоит на полу лифта. Лифт начинает двигаться с постоянным ускорением. При этом сила давления груза на пол лифта составляет 66 Н. Чему равно и куда направлено ускорение лифта?

- 1) 1 м/с^2 , вверх
2) 1 м/с^2 , вниз
3) 9 м/с^2 , вверх
4) 9 м/с^2 , вниз

A4

Шары движутся со скоростями, показанными на рисунке, и сталкиваются. Как будет направлен суммарный импульс шаров после столкновения, если удар абсолютно упругий?

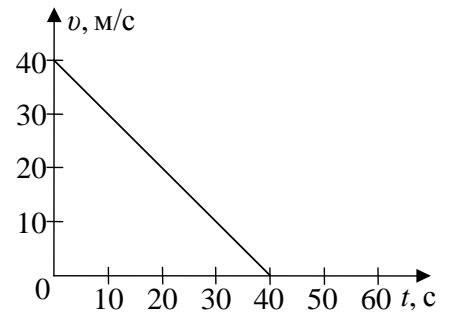
- 1) \rightarrow 2) \searrow 3) \nearrow 4) \uparrow



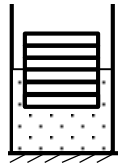
A5

Скорость автомобиля при торможении изменяется с течением времени в соответствии с графиком, представленным на рисунке. Как изменилась кинетическая энергия автомобиля за первые 20 секунд торможения?

- 1) уменьшилась в 2 раза
- 2) увеличилась в 4 раза
- 3) уменьшилась в 4 раза
- 4) не изменилась

**A6**

Шесть одинаковых брусков толщиной h каждый, связанные в стопку, плавают в воде так, что уровень воды приходится на границу между двумя средними брусками. Если из стопки убрать два бруска, то глубина ее погружения уменьшится на



- 1) h
- 2) $\frac{1}{2}h$
- 3) $\frac{1}{3}h$
- 4) $\frac{1}{4}h$

A7

В жидкостях частицы совершают колебания возле положения равновесия, сталкиваясь с соседними частицами. Время от времени частица совершает «прыжок» к другому положению равновесия. Какое свойство жидкостей можно объяснить таким характером движения частиц?

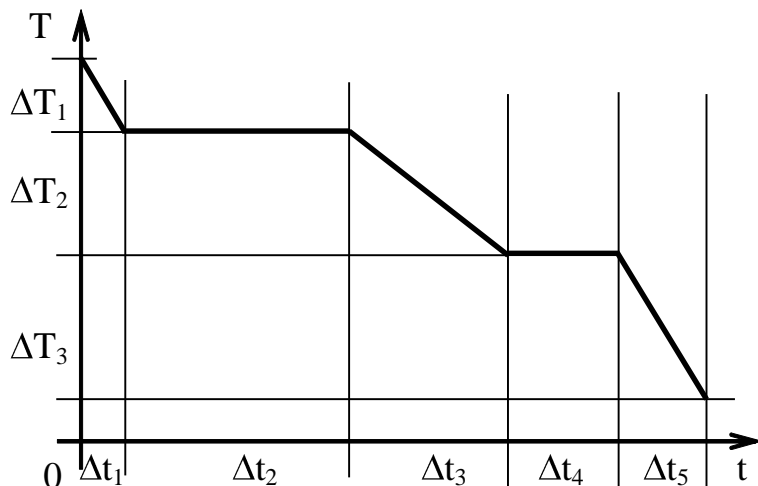
- 1) малую сжимаемость
- 2) текучесть
- 3) давление на дно сосуда
- 4) изменение объема при нагревании

A8

В сосуде находится кислород. Концентрацию молекул этого газа уменьшили в 3 раза, а температуру повысили в 2 раза. В результате давление кислорода

- 1) повысилось в 2 раза
- 2) уменьшилось в 3 раза
- 3) повысилось в $3/2$ раза
- 4) уменьшилось в $3/2$ раза

A9 На рисунке представлен график зависимости абсолютной температуры T воды массой m от времени t при осуществлении теплоотвода с постоянной мощностью P . В момент времени $t=0$ вода находилась в газообразном состоянии. Какое из приведенных ниже выражений определяет удельную теплоемкость жидкой воды по результатам этого опыта?

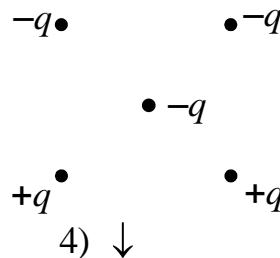


- 1) $\frac{P \cdot \Delta t_1}{m \cdot \Delta T_1}$ 2) $\frac{P \cdot \Delta t_2}{m}$ 3) $\frac{P \cdot \Delta t_3}{m \cdot \Delta T_2}$ 4) $\frac{P \cdot \Delta t_4}{m}$

A10 Внутренняя энергия идеального газа в запаянном сосуде постоянного объема определяется

- 1) взаимодействием сосуда с газом и Земли
- 2) движением всего сосуда с газом
- 3) хаотическим движением молекул газа
- 4) действием на сосуд с газом внешних сил

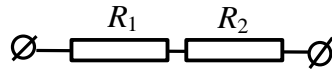
A11 Как направлена кулоновская сила \vec{F} , действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещенный в центр квадрата, в вершинах которого находятся заряды $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)?



- 1) \rightarrow 2) \leftarrow 3) \uparrow 4) \downarrow

A12

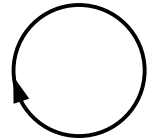
По участку цепи, состоящему из резисторов $R_1 = 1 \text{ кОм}$ и $R_2 = 3 \text{ кОм}$ (см. рисунок), протекает постоянный ток $I = 100 \text{ мА}$. Какое количество теплоты выделится на этом участке за время $t = 1 \text{ мин}$?



- 1) 2,4 Дж 2) 40 Дж 3) 2,4 кДж 4) 40 кДж

A13

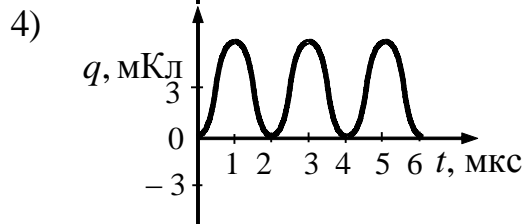
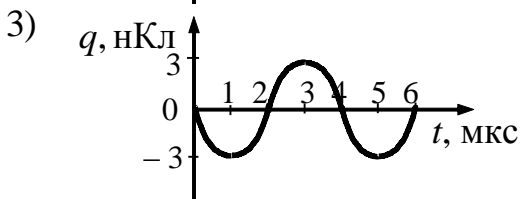
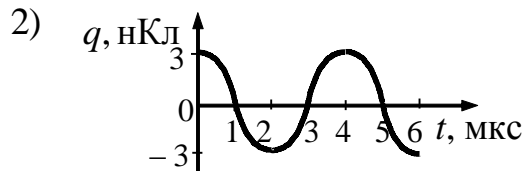
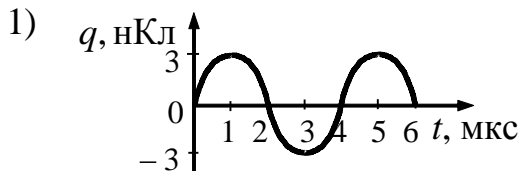
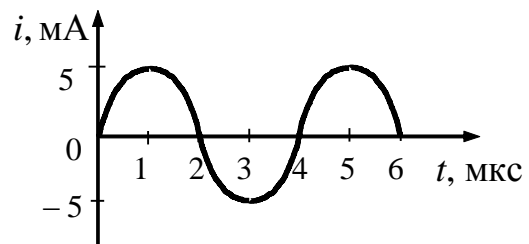
На рисунке изображен проволочный виток, по которому течет электрический ток в направлении, указанном стрелкой. Виток расположен в плоскости чертежа. В центре витка вектор индукции магнитного поля тока направлен



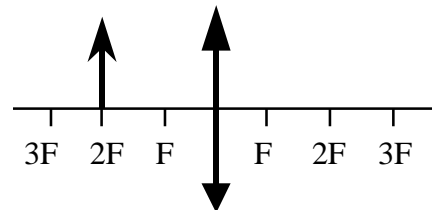
- 1) от нас перпендикулярно плоскости чертежа \otimes
 2) к нам перпендикулярно плоскости чертежа \odot
 3) влево \leftarrow
 4) вправо \rightarrow

A14

На рисунке приведен график зависимости силы тока от времени в колебательном контуре. На каком из графиков правильно показан процесс изменения заряда на одной из обкладок конденсатора?

**A15**

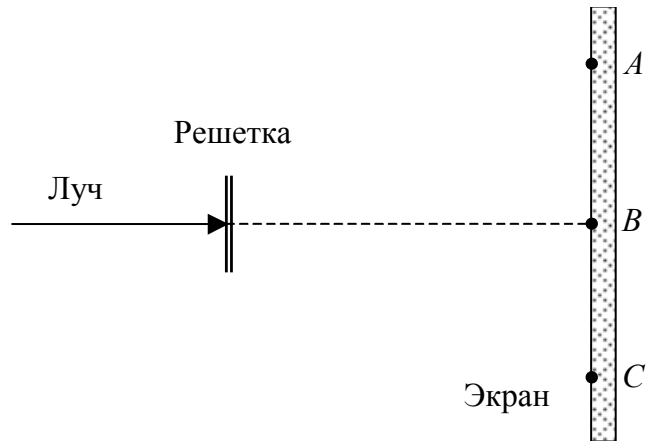
Предмет расположен на двойном фокусном расстоянии от тонкой линзы. Его изображение будет



- 1) перевернутым и увеличенным
 2) прямым и увеличенным
 3) прямым и равным по размерам предмету
 4) перевернутым и равным по размеру предмету

A16

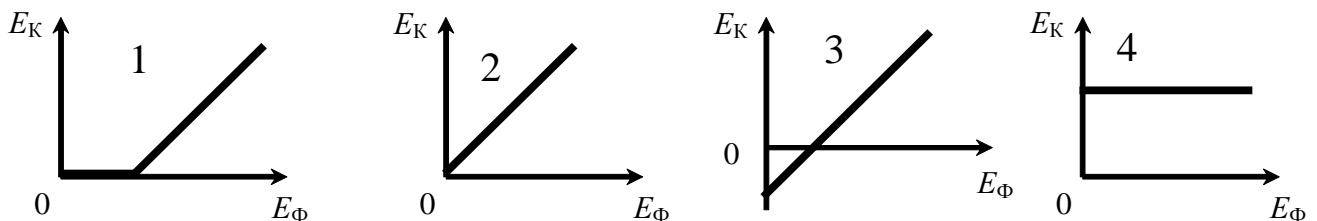
Лазерный луч красного цвета падает перпендикулярно на дифракционную решетку (50 штрихов на 1 мм). На линии ABC экрана (см. рисунок) наблюдается серия красных пятен. Какие изменения произойдут на экране при замене этой решетки на решетку со 100 штрихами на 1 мм?



- 1) картина не изменится
- 2) пятно в точке B не сместится, остальные раздвинутся от него
- 3) пятно в точке B не сместится, остальные сдвинутся к нему
- 4) пятно в точке B исчезнет, остальные раздвинутся от точки B

A17

Какой из графиков на рисунке может правильно отражать зависимость кинетической энергии E_k электронов, вылетающих из атомов, от энергии E_ϕ фотонов света, падающего на газ?



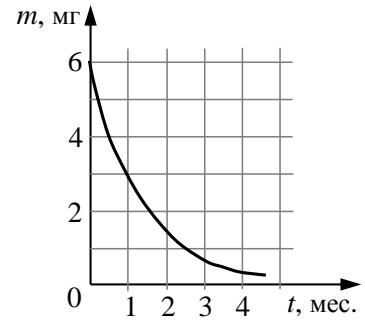
- 1) График 1
- 2) График 2
- 3) График 3
- 4) График 4

A18

Радиоактивный свинец ${}_{82}^{212}\text{Pb}$, испытав один α -распад и два β -распада, превратился в изотоп

- 1) полония ${}_{84}^{212}\text{Po}$
- 2) свинца ${}_{82}^{208}\text{Pb}$
- 3) висмута ${}_{83}^{212}\text{Bi}$
- 4) таллия ${}_{81}^{208}\text{Tl}$

A19 На рисунке показан график изменения массы находящегося в пробирке радиоактивного вещества с течением времени. Период полураспада этого вещества равен

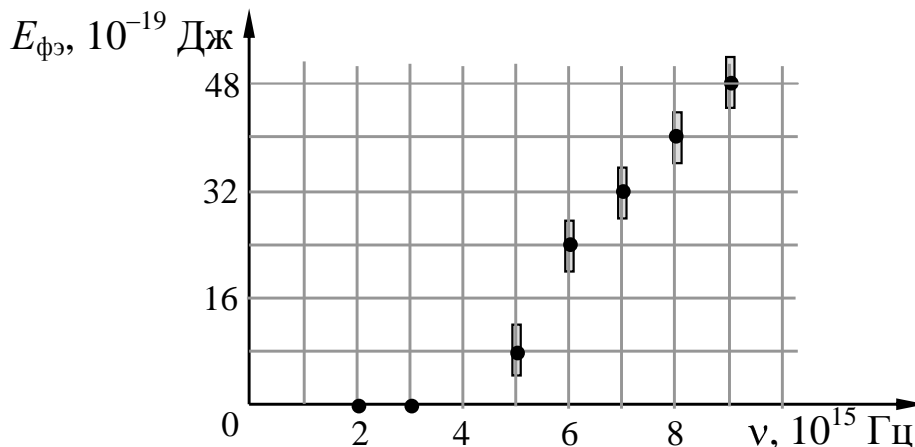


- 1) 1 мес.
- 2) 2 мес.
- 3) 3 мес.
- 4) 4 мес.

A20 На газовой плите стоит узкая кастрюля с водой, закрытая крышкой. Если воду из неё перелить в широкую кастрюлю и тоже закрыть, то вода закипит заметно быстрее, чем если бы она осталась в узкой. Этот факт объясняется тем, что

- 1) увеличивается площадь нагревания и, следовательно, увеличивается скорость нагревания воды
- 2) существенно уменьшается необходимое давление насыщенного пара в пузырьках и, следовательно, воде у дна надо нагреваться до менее высокой температуры
- 3) увеличивается площадь свободной поверхности воды и, следовательно, испарение идёт более активно
- 4) заметно уменьшается глубина слоя воды и, следовательно, пузырьки пара быстрее добираются до поверхности

A21 При изучении явления фотоэффекта исследовалась зависимость максимальной энергии $E_{\text{фэ}}$ вылетающих из освещенной пластины фотоэлектронов от частоты ν падающего света. Погрешности измерения частоты света и энергии фотоэлектронов составляли соответственно $5 \cdot 10^{13}$ Гц и $4 \cdot 10^{-19}$ Дж. Результаты измерений с учетом их погрешности представлены на рисунке. Согласно этим измерениям, постоянная Планка приблизительно равна



- 1) $2 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
- 2) $5,0 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
- 3) $6,9 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
- 4) $9 \cdot 10^{-34}$ Дж·с

Часть 2

Ответом к заданиям этой части (В1–В4) является последовательность цифр. Впишите ответы сначала в текст работы, а затем перенесите их в бланк ответов № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки, без пробелов и каких-либо дополнительных символов. Каждую цифру пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами.

В1 Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом T и амплитудой A . Что произойдет с периодом и частотой колебаний, а также с максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде колебаний уменьшить массу груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер ее изменения:

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

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

| Период колебаний | Частота колебаний | Максимальная потенциальная энергия пружины |
|------------------|-------------------|--|
| | | |

В2 Плоский конденсатор подключен к источнику постоянного тока. Как изменятся при увеличении зазора между обкладками конденсатора три величины: емкость конденсатора, величина заряда на его обкладках, разность потенциалов между ними?

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.

| Емкость конденсатора | Величина заряда на обкладках конденсатора | Разность потенциалов между обкладками конденсатора |
|----------------------|---|--|
| | | |

В3

Пучок света переходит из воды в воздух. Частота световой волны – ν , скорость света в воздухе – c , показатель преломления воды относительно воздуха – n .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|--------------------------------|--------------|
| А) длина волны света в воздухе | 1) $c/n\nu$ |
| Б) длина волны света в воде | 2) $n\nu/c$ |
| | 3) $n c/\nu$ |
| | 4) c/ν |

| А | Б |
|---|---|
| | |

В4

В момент времени $t = 0$ камень начинает свободно падать с некоторой высоты h_0 из состояния покоя. Сопротивлением воздуха можно пренебречь. Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

| ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ | ФОРМУЛЫ |
|---|-------------------|
| А) Модуль скорости камня в момент времени $t > 0$ | 1) $-gt$ |
| Б) Путь, пройденный камнем за время от начала движения до момента t | 2) $h_0 - gt^2/2$ |
| | 3) gt |
| | 4) $gt^2/2$ |

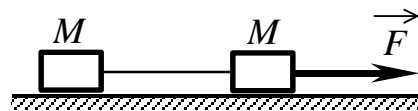
| А | Б |
|---|---|
| | |

Часть 3

Задания третьей части представляют собой задачи. Рекомендуется провести их предварительное решение на черновике.

При выполнении заданий (A22–A25) в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания поставьте знак «X» в клеточке, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

- A22** Два груза одинаковой массы M , связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности под действием горизонтальной силы \vec{F} , приложенной к одному из грузов (см. рисунок). Минимальная сила F , при которой нить обрывается, равна 12 Н. При какой силе натяжения нить обрывается?



- 1) 3 Н 2) 12 Н 3) 24 Н 4) 6 Н

- A23** Для охлаждения лимонада массой 200 г в него бросают кубики льда при 0°C . Масса каждого кубика 8 г. Первоначальная температура лимонада 30°C . Сколько целых кубиков надо бросить в лимонад, чтобы установилась температура 15°C ? Тепловыми потерями пренебречь. Удельная теплоемкость лимонада такая же, как у воды.

- 1) 10 2) 8 3) 3 4) 4

- A24** Участок проводника длиной 10 см находится в магнитном поле индукцией 50 мТл. Сила электрического тока, протекающего по проводнику, 10 А. Какую работу совершает сила Ампера при перемещении проводника на 8 см в направлении своего действия? Проводник расположен перпендикулярно линиям магнитной индукции.

- 1) 0,004 Дж 2) 0,4 Дж 3) 0,5 Дж 4) 0,625 Дж

- A25** В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии E_{max} фотоэлектронов при облучении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны λ .

| | | |
|-----------|-------------|-------------------|
| λ | λ_0 | $2\lambda_0$ |
| E_{max} | E_0 | $\frac{1}{4} E_0$ |

Чему равна работа выхода $A_{\text{вых}}$ фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

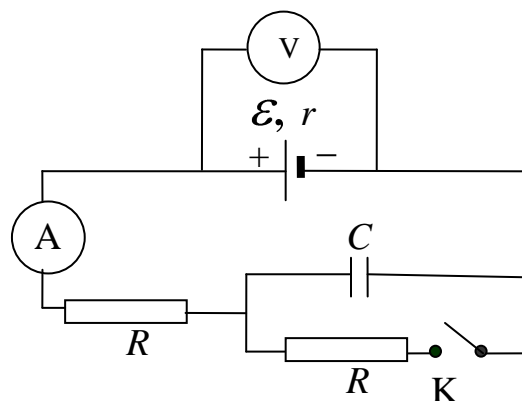
- 1) $\frac{1}{4} E_0$ 2) $\frac{1}{2} E_0$ 3) E_0 4) $2E_0$

Не забудьте перенести все ответы в бланк ответов № 1.

Полное решение задач С1–С6 необходимо записать в бланке ответов № 2. При оформлении решения в бланке ответов № 2 запишите сначала номер задания (С1, С2 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

С1

На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с отличным от нуля внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ К, а также амперметр и идеальный вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



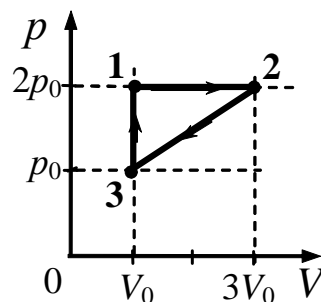
Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчёты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2

Шарик массой $m = 0,1$ кг на нити длиной $L = 0,4$ м раскачивают так, что каждый раз, когда шарик проходит положение равновесия, на него в течение короткого промежутка времени $t = 0,01$ с действует сила $F = 0,1$ Н, направленная по скорости. Через сколько полных колебаний шарик на нити отклонится на 60° ?

С3

С одноатомным идеальным газом проводят циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{ц} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя? Количество вещества газа в ходе процесса остается неизменным.



С4

Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{\max} , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата $R = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?

С5 В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 10$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 4,0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 3,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

С6 В массивном образце, содержащем радий, за 1 с испускается $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц, движущихся со скоростью $1,5 \cdot 10^7$ м/с. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 ч. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

Система оценивания экзаменационной работы по физике

Задания с выбором ответа

За правильный ответ на каждое задание с выбором ответа ставится 1 балл.

Если указаны два и более ответов (в том числе правильный), неверный ответ или ответ отсутствует – 0 баллов.

| № задания | Ответ | № задания | Ответ |
|-----------|-------|-----------|-------|
| A1 | 4 | A14 | 2 |
| A2 | 3 | A15 | 4 |
| A3 | 1 | A16 | 2 |
| A4 | 3 | A17 | 1 |
| A5 | 3 | A18 | 2 |
| A6 | 1 | A19 | 1 |
| A7 | 2 | A20 | 1 |
| A8 | 4 | A21 | 4 |
| A9 | 3 | A22 | 4 |
| A10 | 3 | A23 | 4 |
| A11 | 4 | A24 | 1 |
| A12 | 3 | A25 | 2 |
| A13 | 1 | | |

Задания с кратким ответом

Задание с кратким ответом считается выполненным верно, если в заданиях В1–В4 правильно указана последовательность цифр.

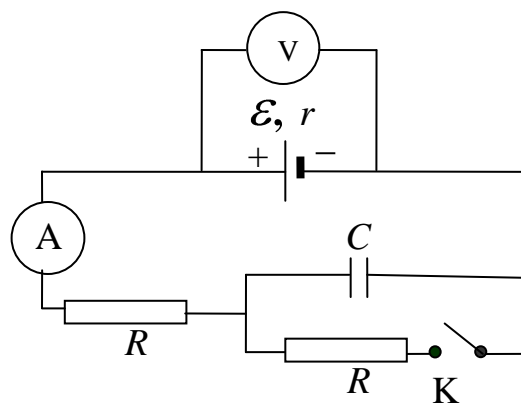
За полный правильный ответ ставится 2 балла, 1 балл – допущена одна ошибка; за неверный ответ (более одной ошибки) или его отсутствие – 0 баллов.

| № задания | Ответ |
|-----------|-------|
| В1 | 212 |
| В2 | 223 |
| В3 | 41 |
| В4 | 34 |

КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ

Решения заданий С1–С6 части 3 (с развернутым ответом) оцениваются экспертной комиссией. На основе критериев, представленных в приведенных ниже таблицах, за выполнение каждого задания в зависимости от полноты и правильности данного учащимся ответа выставляется от 0 до 3 баллов.

С1 На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с отличным от нуля внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ К, а также амперметр и идеальный вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа К? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



Образец возможного решения

- 1) Показания амперметра станут отличными от нуля, а показания вольтметра уменьшатся.
- 2) До замыкания ключа амперметр и вольтметр показывают, соответственно, равный нулю ток и ЭДС источника.
- 3) Замыкание ключа вызовет появление тока в цепи, поэтому показания вольтметра уменьшатся на величину падения напряжения на внутреннем сопротивлении источника. По закону Ома для полной цепи $U = \mathcal{E} - Ir$.

Критерии оценки выполнения задания

Баллы

Приведено полное правильное решение, включающее правильный ответ (в данном случае – п. 1) и полное верное объяснение (в данном случае – пп. 2–3) с указанием наблюдаемых явлений и законов (в данном случае – конденсатор, как разрыв в цепи постоянного тока, закон Ома для замкнутой цепи и закон Ома для участка цепи).

3

Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, и дано правильное объяснение, но содержится один из следующих недостатков:

В представленных записях содержатся лишь общие рассуждения без привязки к конкретной ситуации задачи.

ИЛИ

Рассуждения, приводящие к ответу, представлены не в полном

2

| | |
|--|---|
| объёме, или в них содержится логический недочёт | |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев.</p> <p>Указаны не все необходимые явления и физические законы, даже если дан правильный ответ на вопрос задания.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые явления и физические законы, но в некоторых из них допущена ошибка, даже если дан правильный ответ на вопрос задания.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, направленные на получение ответа на вопрос задания, не доведены до конца.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>Указаны все необходимые для объяснения явления и законы, закономерности, но имеющиеся рассуждения, приводящие к верному ответу, содержат ошибки</p> | 1 |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла. | 0 |

C2

Шарик массой $m = 0,1$ кг на нити длиной $L = 0,4$ м раскачивают так, что каждый раз, когда шарик проходит положение равновесия, на него в течение короткого промежутка времени $t = 0,01$ с действует сила $F = 0,1$ Н, направленная по скорости. Через сколько полных колебаний шарик на нити отклонится на 60° ?

Образец возможного решения

1) Из выражения, связывающего изменение импульса шарика с импульсом приложенной силы, найдем скорость шарика при прохождении положения равновесия после N полных колебаний (учитывая тот факт, что за одно полное колебание сила подействует дважды): $v = 2N \frac{Ft}{m}$.

2) Из закона сохранения механической энергии получим формулу, связывающую высоту подъема шарика h со скоростью, полученной им после действия силы; из геометрического построения установим связь между высотой поднятия шарика и углом отклонения нити α :

$$\frac{mv^2}{2} = mgh = 2mgL \sin^2 \frac{\alpha}{2}.$$

3) Формула для искомой величины:

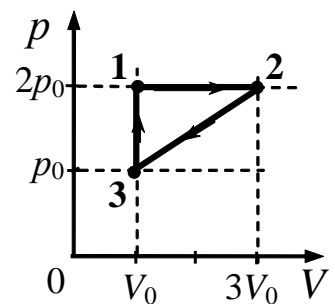
$$N = \frac{m \sin \frac{\alpha}{2}}{F \cdot t} \sqrt{g \cdot L}. \text{ Числовой ответ: } N = 100 \text{ колебаний.}$$

| <i>Критерии оценки выполнения задания</i> | Баллы |
|---|-------|
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых <u>необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон сохранения энергии, импульс силы);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p> | 3 |
| <p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или нескольким пунктам: II, III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p> | 2 |
| <p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися</p> | 1 |

| | |
|--|---|
| формулами, направленные на решение задачи. ИЛИ В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи | |
| Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла. | 0 |

С3

С одноатомным идеальным газом проводят циклический процесс, показанный на рисунке. За цикл газ совершает работу $A_{ц} = 5$ кДж. Какое количество теплоты газ получает за цикл от нагревателя? Количество вещества газа в ходе процесса остается неизменным.



| Образец возможного решения | |
|---|-------|
| <p>За цикл количество теплоты, полученное от нагревателя:</p> $Q_{н} = Q_{12} + Q_{31} = (U_2 - U_3) + A_{12} = \frac{3}{2} (\nu RT_2 - \nu RT_3) + 2p_0 2V_0 =$ $= \frac{3}{2} (2p_0 3V_0 - p_0 V_0) + 4p_0 V_0 = \frac{23}{2} p_0 V_0.$ <p>Работа газа за цикл $A_{ц} = \frac{p_0}{2} \cdot 2V_0 = p_0 V_0.$</p> <p>Отсюда $Q_{н} = \frac{23}{2} A_{ц} = 57,5$ кДж.</p> <p>Ответ: $Q_{н} = 57,5$ кДж.</p> | |
| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых <u>необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>первое начало термодинамики, уравнение Менделеева–Клапейрона, выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа, формула для работы газа</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии</p> | 3 |

| | |
|---|---|
| <p>задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p> | |
| <p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или нескольким пунктам: II, III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p> | 2 |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p> | 0 |

С4 Электрическая цепь состоит из источника тока с конечным внутренним сопротивлением и реостата. Сопротивление реостата можно изменять в пределах от 1 Ом до 5 Ом. Максимальная мощность тока P_{\max} , выделяющаяся на реостате, равна 4,5 Вт и достигается при сопротивлении реостата $R = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?

| Образец возможного решения | |
|--|---|
| <p>Мощность, выделяемая на реостате, $P = IU = I(\mathcal{E} - Ir)$.</p> <p>Корни уравнения $I(\mathcal{E} - Ir) = 0$: $I_1 = 0, I_2 = \mathcal{E}/r$.</p> <p>Поэтому максимум функции $P(I)$ достигается при $I = \mathcal{E}/(2r)$ и равен</p> <p>$P_{\max} = \mathcal{E}^2/(4r)$. С другой стороны, $P = I^2 R = \mathcal{E}^2 R/(r + R)^2$. Отсюда получаем, что P_{\max} достигается при $R = r$.</p> <p>Поэтому $P_{\max} = \mathcal{E}^2/(4R)$. ЭДС источника $\mathcal{E} = \sqrt{4R P_{\max}} = 6$ В.</p> <p>Ответ: $\mathcal{E} = 6$ В.</p> | <p>The graph shows a coordinate system with current I on the horizontal axis and power P on the vertical axis. A solid black curve starts at the origin $(0,0)$, rises to a peak, and then descends to the horizontal axis at $I = \frac{\mathcal{E}}{r}$. A vertical dashed line marks the peak at $I = \frac{\mathcal{E}}{2r}$. A horizontal dashed line from the peak to the vertical axis indicates the maximum power P_{\max}.</p> |
| <i>Критерии оценки выполнения задания</i> | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых <u>необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае – закон Ома для полной цепи и формула для мощности тока);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p> | 3 |
| <p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой</p> | 2 |

| | |
|---|---|
| <p>величины. Но имеется один из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или нескольким пунктам: II, III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p> | |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p> | 0 |

C5

В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 10$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 4,0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 3,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

Образец возможного решения

| | |
|---|--------------|
| <p>В идеальном контуре сохраняется энергия колебаний:</p> $\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \quad \text{или} \quad \frac{CU^2}{2} + \frac{LI^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}.$ <p>Из равенств следует: $I^2 = I_m^2 - \frac{C}{L}U^2$ и $\frac{C}{L} = \frac{I_m^2}{U_m^2}.$</p> <p>В результате получаем: $I = I_m \sqrt{1 - \frac{U^2}{U_m^2}}.$ Ответ: $I = 6$ мА.</p> | |
| Критерии оценки выполнения задания | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых <u>необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>закон сохранения энергии</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи</i>);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p> | 3 |
| <p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется <u>один</u> из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или нескольким пунктам: II, III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p> | 2 |
| <p>Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев:</p> | 1 |

| | |
|---|---|
| <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> | |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p> | 0 |

С6

В массивном образце, содержащем радий, за 1 с испускается $3,7 \cdot 10^{10}$ α -частиц, движущихся со скоростью $1,5 \cdot 10^7$ м/с. Найдите энергию, выделяющуюся за 1 ч. Масса α -частицы равна $6,7 \cdot 10^{-27}$ кг. Энергией отдачи ядер, γ -излучением и релятивистскими эффектами пренебречь.

| Образец возможного решения | |
|---|-------|
| <p>Энергия одной α-частицы: $E_1 = \frac{mv^2}{2}$.</p> <p>За время $\Delta t = 1$ с в образце выделяется энергия: $\Delta E = N \cdot E_1 = N \cdot \frac{mv^2}{2}$.</p> <p>За время $T = 1$ ч выделяется энергия: $E = \frac{T}{\Delta t} \cdot \Delta E = \frac{T}{\Delta t} \cdot N \cdot \frac{mv^2}{2}$.</p> <p>Ответ: $E \approx 100$ Дж.</p> | |
| <i>Критерии оценки выполнения задания</i> | Баллы |
| <p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых <u>необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае – <i>формулы для кинетической энергии частицы и общей энергии, выделяющейся в образце</i>);</p> <p>II) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте</i></p> | 3 |

| | |
|---|---|
| <p><i>КИМ, и обозначений, используемых в условии задачи);</i></p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования (допускается вербальное указание на их проведение) и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение "по частям" с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.</p> | |
| <p>Правильно записаны необходимые положения теории и физические законы, закономерности, проведены необходимые преобразования и представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины. Но имеется один из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие одному или нескольким пунктам: II, III, – представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ правильном решении лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), не отделены от решения (не зачёркнуты, не заключены в скобки, рамку и т. п.).</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>При ПОЛНОМ решении отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p> | 2 |
| <p>Представлены записи, соответствующие одному из следующих случаев:</p> <p>Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи, и ответа.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.</p> <p style="text-align: center;">ИЛИ</p> <p>В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи</p> | 1 |
| <p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла.</p> | 0 |

