

## Решения

### Задание 1 № 316 тип 1

Установите соответствие между устройствами и физическими явлениями, лежащими в основе принципа их действия. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

УСТРОЙСТВА	ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ
А) компас	1) взаимодействие постоянных магнитов
Б) электрометр	2) возникновение электрического тока под действием переменного магнитного поля
В) электродвигатель	3) электризация тел при ударе
	4) взаимодействие наэлектризованных тел
	5) действие магнитного поля на проводник с током

А	Б	В

#### Решение.

Сопоставим устройствам физические явления, лежащие в основе принципа их действия.

А) В основе принципа действия компаса лежит взаимодействие постоянных магнитов: магнитной стрелки и магнитного полюса Земли.

Б) В основе принципа действия электрометра лежит взаимодействие наэлектризованных тел.

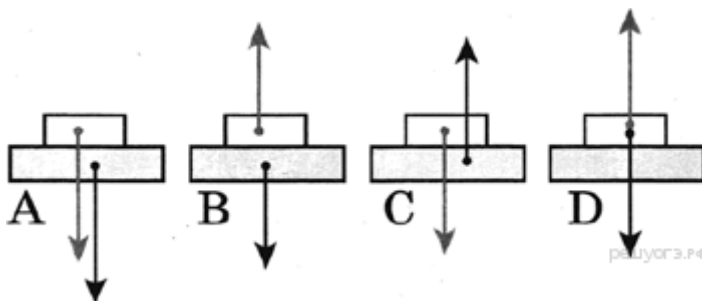
В) В основе принципа действия электродвигателя лежит действие магнитного поля на проводник с током.

Ответ: 145.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 145

### Задание 2 № 515 тип 2

На каком рисунке верно изображены силы, действующие между столом и книгой, покоящейся на столе?



- 1) А
- 2) В
- 3) С
- 4) D

#### Решение.

По третьему закону Ньютона силы, действующие между столом и покоящейся на столе книгой, равны по модулю и противоположно направлены. Эти силы приложены к разным телам, поэтому они

не компенсируют друг друга. Сила реакции, приложенная к книге, направлена вертикально вверх, а вес книги, приложенный к столу, направлен вертикально вниз. Следовательно, верно силы изображены на рисунке В.

Поясним подробнее. Сила реакции, действующая на книгу, возникает как ответ на то, что книга «пытается» упасть вниз. Сила тяжести тянет книгу вниз, но стол ее не пускает. В результате книга давит на стол, то есть возникает направленная вниз сила, действующая со стороны книги на стол. Под действием этой давящей силы стол немножко прогибается, в нём возникает деформация. В результате со стороны стола на книгу действует направленная вверх сила, которая выталкивает книгу вверх, не давая ей упасть сквозь стол.

Правильный ответ указан под номером 2.

#### Примечание.

Обратите внимание, что для возникновения рассматриваемых в задаче сил необходимо, чтобы стол и книга не находились в состоянии невесомости. Например, если они вместе будут свободно падать или кто-то разместит их на борту орбитального спутника, то книга не будет давить на стол, а стол не будет выталкивать книгу.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

#### Задание 3 № 3306 тип 3

Тело массой  $m$ , брошенное с поверхности земли вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0$ , поднялось на максимальную высоту  $h_0$ . Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Полная механическая энергия тела на некоторой промежуточной высоте  $h$  равна

- 1)  $mgh$
- 2)  $mgh_0$
- 3)  $mgh + \frac{mv_0^2}{2}$
- 4)  $mgh_0 + \frac{mv_0^2}{2}$

#### Решение.

По закону сохранения энергии, полная механическая энергия изолированной системы остается постоянной. В максимальной точке подъема скорость тела равна нулю, а значит, оно будет обладать исключительно потенциальной энергией  $E_{\text{п}} = mgh_0$ . Таким образом, на некоторой промежуточной высоте  $h$ , тело будет обладать и кинетической и потенциальной энергией, но их сумма будет иметь значение  $mgh_0$ .

Ответ: 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

#### Задание 4 № 1402 тип 4

Обруч радиусом 20 см равномерно вращается вокруг оси, проходящей через его центр перпендикулярно плоскости обруча. Известно, что модуль скорости точек обруча равен 0,4 м/с. Модуль центростремительного ускорения точек обруча равен

- 1) 0,2 м/с<sup>2</sup>
- 2) 0,4 м/с<sup>2</sup>
- 3) 0,8 м/с<sup>2</sup>
- 4) 20 м/с<sup>2</sup>

#### Решение.

Центростремительное ускорение можно вычислить по формуле:

$$a_{ц} = \frac{v^2}{R} = \frac{(0,4 \text{ м/с})^2}{0,2 \text{ м}} = 0,8 \text{ м/с}^2.$$

Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

### Задание 5 № 1594 тип 5

Сплошной шарик из парафина сначала поместили в сосуд с машинным маслом, а затем — в сосуд с водой. При этом в сосуде с водой сила Архимеда, действующая на шарик,

- 1) не изменилась, а объём погружённой в жидкость части шарика уменьшился
- 2) не изменилась, а объём погружённой в жидкость части шарика увеличился
- 3) увеличилась, а объём погружённой в жидкость части шарика уменьшился
- 4) уменьшилась, а объём погружённой в жидкость части шарика увеличился

#### Примечание:

В справочных таблицах источника задачи плотности парафина и машинного масла равны  $900 \text{ кг/м}^3$ , плотность воды —  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

#### Решение.

Плотность парафина равна плотности машинного масла и меньше плотности воды. Следовательно, шарик будет полностью погружён в масле и будет плавать на поверхности воды. Сила Архимеда в обоих случаях одинакова и равна силе тяжести, действующей на шарик. Объём погруженной части шарика при перемещении в сосуд с водой уменьшится.

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

### Задание 6 № 345 тип 6

Используя данные таблицы, из предложенного перечня утверждений выберите два правильных.

Вещество	Плотность в твердом состоянии, $\text{г/см}^3$	Удельное электрическое сопротивление (при $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ), $\text{Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$
алюминий	2,7	0,028
железо	7,8	0,1
константан (сплав)	8,8	0,5
латунь	8,4	0,07
медь	8,9	0,017
никелин (сплав)	8,8	0,4
нихром (сплав)	8,4	1,1
серебро	10,5	0,016

- 1) Проводники из нихрома и латуни при одинаковых размерах будут иметь одинаковые массы.
- 2) При равной площади поперечного сечения проводник из железа длиной 4 м будет иметь такое же электрическое сопротивление, что и проводник из никелина длиной 1 м.
- 3) При равных размерах проводник из алюминия будет иметь меньшую массу и меньшее электрическое сопротивление по сравнению с проводником из серебра.
- 4) При замене спирали электроплитки с никелиновой на нихромовую такого же размера электрическое сопротивление спирали не изменится.

5) При одинаковых размерах проводник из меди будет иметь самое маленькое электрическое сопротивление.

**Решение.**

Проанализируем утверждения.

- 1) Утверждение верно, поскольку плотность материалов одинакова.
- 2) Удельное электрическое сопротивление железа в четыре раза меньше чем у никелина, следовательно, утверждение верно.
- 3) При равных размерах проводник из алюминия будет иметь меньшую массу по сравнению с проводником из серебра. Однако будет иметь большее электрическое сопротивление.
- 4) Удельное электрическое сопротивление никелина и нихрома различно, следовательно, утверждение неверно.
- 5) При одинаковых размерах самое маленькое электрическое сопротивление будет иметь проводник из серебра.

Ответ: 12.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 12

**Задание 7 № 114 тип 7**

На коротком плече рычага укреплен груз массой 50 кг. Для того чтобы поднять груз на высоту 4 см, к длинному плечу рычага приложили силу, равную 100 Н. При этом точка приложения этой силы опустилась на 25 см. Определите КПД рычага.

- 1) 12,5%
- 2) 32%
- 3) 80%
- 4) 125%

**Решение.**

Коэффициент полезного действия определяется как отношение полезной работы к совершённой работе. В данном случае полезной является работа по поднятию груза, то есть по преодолению силы тяжести. Вычислим её как произведение силы тяжести на пройденный телом путь:

$$A_{\text{полезн}} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 50 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 20 \text{ Дж.}$$

Совершённую работу найдём как произведение приложенной силы на пройденный путь:

$$A_{\text{сов}} = 25 \cdot 10^{-2} \text{ м} \cdot 100 \text{ Н} = 25 \text{ Дж.}$$

Таким образом,  $\frac{A_{\text{полезн}}}{A_{\text{сов}}} = 80\%$ .

Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

**Задание 8 № 871 тип 8**

Алюминиевую и стальную ложки одинаковой массы, находящиеся при комнатной температуре, опустили в большой бак с кипятком. После установления теплового равновесия количество теплоты, полученное стальной ложкой от воды,

- 1) меньше количества теплоты, полученного алюминиевой ложкой
- 2) больше количества теплоты, полученного алюминиевой ложкой
- 3) равно количеству теплоты, полученному алюминиевой ложкой
- 4) может быть как больше, так и меньше количества теплоты, полученного алюминиевой ложкой

**Решение.**

После установления теплового равновесия температуры ложек будут одинаковы, значит, приращение температуры  $\Delta t$  также будет одинаковым. Полученное количество теплоты  $Q$  определяется как произведение массы тела, удельной теплоемкости вещества и приращения температур:

$$Q = mc\Delta t.$$

Величины  $m$  и  $\Delta t$  одинаковы для обоих веществ, поэтому чем меньше теплоемкость вещества, тем меньше теплоты получит соответствующая ложка.

Сравним теплоемкости, используя табличные данные для стали и алюминия соответственно:

$$c_{ст} = 500 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}), \quad c_{ал} = 920 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}).$$

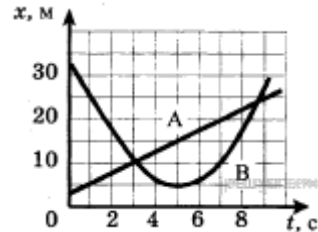
Поскольку  $c_{ал} > c_{ст}$ , стальная ложка получит от воды меньше теплоты, чем алюминиевая.

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

### Задание 9 № 2596 тип 9

На рисунке приведены графики зависимости координаты от времени для двух тел: А и В, движущихся по прямой, вдоль которой и направлена ось  $Ox$ . Выберите два верных утверждения о характере движения тел.



- 1) Тело А движется с ускорением  $3 \text{ м}/\text{с}^2$ .
- 2) Тело А движется с постоянной скоростью, равной  $2,5 \text{ м}/\text{с}$ .
- 3) В течение первых пяти секунд тела двигались в одном направлении.
- 4) Вторично тела А и В встретились в момент времени, равный  $9 \text{ с}$ .
- 5) В момент времени  $t = 5 \text{ с}$  тело В достигло максимальной скорости движения.

#### Решение.

Проверим справедливость предложенных утверждений.

Известно, что скорость — тангенс угла наклона графика зависимости координаты от времени.

1) Тангенс угла наклона графика, соответствующего телу А остаётся постоянным, следовательно, скорость тела А постоянна, движение тела А равномерно и прямолинейно.

$$2) \text{ Найдём скорость тела А: } v_A = \frac{x_A(5) - x_A(1)}{5 \text{ с} - 1 \text{ с}} = \frac{15 \text{ м} - 5 \text{ м}}{4 \text{ с}} = 2,5 \text{ м}/\text{с}.$$

3) Тело А всё время движется в направлении оси  $Ox$ , тело В первые 5 секунд движется в направлении противоположном направлению оси  $Ox$ , а затем — в противоположную сторону.

4) Второй раз координаты тел А и В стали равными в момент времени  $t = 9 \text{ с}$ .

5) В момент времени  $t = 5 \text{ с}$  скорость тела В стала равной нулю.

Таким образом, верными являются утверждения под номерами 2 и 4.

Ответ: 24.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 24

### Задание 10 № 1598 тип 10

Какое количество теплоты выделится при кристаллизации  $2 \text{ кг}$  расплавленного олова, взятого при температуре кристаллизации, и последующем его охлаждении до  $32 \text{ }^\circ\text{C}$ ? (Удельная теплоёмкость олова —  $230 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ .)

- 1)  $210 \text{ кДж}$
- 2)  $156 \text{ кДж}$
- 3)  $92 \text{ кДж}$
- 4)  $14,72 \text{ кДж}$

#### Решение.

При кристаллизации олова выделяется  $Q_1 = \lambda m$  теплоты, где  $\lambda$  — удельная теплота кристаллизации олова. При охлаждении выделится теплота  $Q_2 = cm(t_2 - t_1)$ , где  $c$  — удельная теплоёмкость олова,  $t_2 = 232\text{ }^\circ\text{C}$  — температура плавления олова,  $t_1 = 32\text{ }^\circ\text{C}$ . Всего при кристаллизации и охлаждении выделится теплота:

$$Q = Q_1 + Q_2 = \lambda m + cm(t_2 - t_1) = m(\lambda + c(t_2 - t_1)) =$$

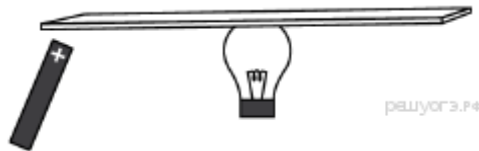
$$= 2\text{ кг} \cdot (5,9 \cdot 10^4\text{ Дж/кг} + 230\text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}) \cdot (232\text{ }^\circ\text{C} - 32\text{ }^\circ\text{C}) = 210\ 000\text{ Дж} = 210\text{ кДж}.$$

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

### Задание 11 № 199 тип 11

Ученик положил металлическую линейку на выключенную электрическую лампочку, поднес к её концу, не касаясь, положительно заряженную палочку и начал осторожно перемещать палочку по дуге окружности. Линейка при этом поворачивалась вслед за палочкой. Это происходит потому, что



- 1) между палочкой и линейкой действует сила тяготения
- 2) на ближайшем к палочке конце линейки образуется избыточный положительный заряд и она притягивается к линейке
- 3) на ближайшем к палочке конце линейки образуется избыточный отрицательный заряд и она притягивается к линейке
- 4) вся линейка приобретает избыточный отрицательный заряд и притягивается к палочке

#### Решение.

Проанализируем каждое утверждение.

1) Безусловно, сила тяготения действует между палочкой и линейкой. Сила тяготения прямо пропорциональна гравитационной постоянной и произведению масс. Гравитационная постоянная имеет порядок  $10^{-11}$  кг, а массы линейки и палочки порядок  $10^{-3}$  кг, следовательно, её явно недостаточно для того, чтобы повернуть линейку.

2) Утверждение неверно, поскольку верно утверждение 3.

3) Поскольку палочка заряжена положительно, частицы, имеющие положительный заряд в линейке стремятся удалиться от палочки, таким образом на ближайшем к палочке конце линейки образуется избыточный отрицательный заряд и она притягивается к линейке.

4) Если бы утверждение было верно, то линейка бы не вращалась, вся перемещалась бы к палочке.

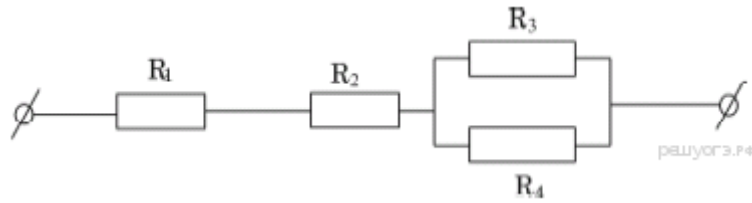
Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

### Задание 12 № 1540 тип 12

Чему равно общее сопротивление участка цепи, изображённого на рисунке, если  $R_1 = 1\text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3\text{ Ом}$ ,  $R_3 = 10\text{ Ом}$ ,  $R_4 = 10\text{ Ом}$ ?

- 1) 9 Ом
- 2) 10 Ом
- 3) 14 Ом
- 4) 24 Ом

**Решение.**

Найдём сопротивление параллельного участка:  $R_{\text{пар}} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{10 \text{ Ом} \cdot 10 \text{ Ом}}{10 \text{ Ом} + 10 \text{ Ом}} = 5 \text{ Ом}$ . При последовательном соединении проводников их сопротивления складываются. Найдём сопротивление всей цепи:

$$R = R_1 + R_2 + R_{\text{пар}} = 1 \text{ Ом} + 3 \text{ Ом} + 5 \text{ Ом} = 9 \text{ Ом}.$$

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

**Задание 13 № 1655 тип 13**

На рисунке показано, как установились магнитные стрелки, находящиеся рядом с магнитом. Укажите полюса стрелок, обращённые к магниту.



- 1) 1 – северный полюс, 2 – южный
- 2) 1 – южный полюс, 2 – северный
- 3) и 1, и 2 – северные полюса
- 4) и 1, и 2 – южные полюса

**Решение.**

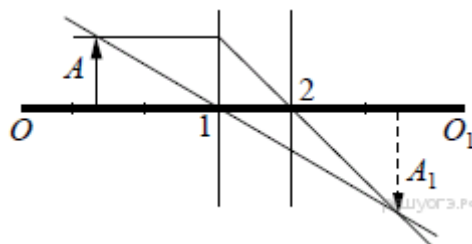
Магнитные линии выходят из северного полюса и попадают в южный. Поэтому рядом с северным полюсом полосового магнита должен находиться южный полюс стрелки, иначе они будут отталкиваться. А рядом с южным полюсом магнита — северный полюс стрелки.

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

**Задание 14 № 1515 тип 14**

На рисунке изображены оптическая ось  $OO_1$  тонкой линзы, предмет  $A$  и его изображение  $A_1$ , а также ход двух лучей, участвующих в образовании изображения.



Согласно рисунку оптический центр линзы находится в точке

- 1) 1, причём линза является собирающей
- 2) 2, причём линза является собирающей

- 3) 1, причём линза является рассеивающей  
4) 2, причём линза является рассеивающей

**Решение.**

Луч, падающий перпендикулярно линзе отклоняется к оптической оси линзы, проходя через её фокус, следовательно, линза — собирающая. Луч, который проходит через линзу не отклоняясь, проходит через оптический центр линзы, следовательно, точка 1 — оптический центр линзы.

Правильный ответ указан под номером 1.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 1

**Задание 15 № 2636 тип 15**

В процессе трения о шёлк стеклянная линейка приобрела положительный заряд. Как при этом изменилось количество заряженных частиц на линейке и шёлке, если считать, что обмен атомами между линейкой и шёлком в процессе трения не происходил?

Для каждой физической величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась  
2) уменьшилась  
3) не изменилась

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

Количество протонов на линейке	Количество электронов на шёлке

**Решение.**

Линейка зарядилась положительно, а шёлк отрицательно. Электроны с линейки перешли на шёлк. Следовательно, количество протонов на линейке не изменилось, а количество электронов на шёлке увеличилось.

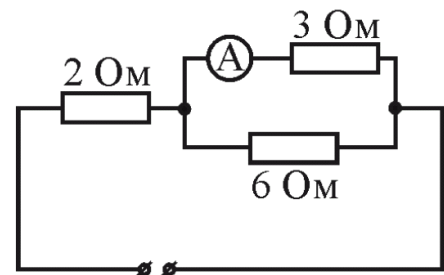
Ответ: 31.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 31

**Задание 16 № 1066 тип 16**

Что показывает амперметр  $A$  в цепи, схема которой приведена на рисунке?

- 1) 12 А  
2) 3 А  
3) 6 А  
4) 18 А

**Решение.**

Пусть резисторы обозначены так:  $U = 36 \text{ В}$   
 $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 3 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 6 \text{ Ом}$ .

Амперметр показывает силу тока, проходящего через резистор сопротивлением в 3 Ом.

Рассчитаем суммарное сопротивление цепи:

$$R_{\text{общ}} = 2 + 1 : \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \right) = 2 + 2 = 4 \text{ Ом}.$$



Ток, протекающий через резистор  $R_1$  равен сумме токов, протекающих через резисторы  $R_2$  и  $R_3$ . Напряжение  $U$  складывается из напряжения на левом резисторе  $R_1$  и напряжения на параллельном участке сопротивлением  $\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$ .

$$U = I_1 R_1 + I_1 \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \Leftrightarrow I_1 = U : \left( R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right) \Leftrightarrow I_1 = 36 : \left( 2 + \frac{3 \cdot 6}{3 + 6} \right) = 9 \text{ А.}$$

Напряжение прикладываемое к параллельному участку:

$$U_{\text{пар}} = U - I_1 R_1 = 36 - 2 \cdot 9 = 18 \text{ В.}$$

Найдём ток, протекающий через  $R_2$  :

$$I_2 = \frac{U_{\text{пар}}}{R_2} = \frac{18}{3} = 6 \text{ А.}$$

Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

### Задание 17 № 231 тип 17

Радиоактивный препарат помещён в магнитное поле. В этом поле отклоняются  
 А.  $\alpha$ -лучи.  
 Б.  $\beta$ -лучи.

Правильным ответом является

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

#### Решение.

Магнитное поле отклоняет только заряженные частицы. Альфа и бета имеют электрический заряд. Следовательно, верно и А и Б.

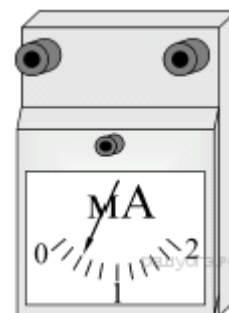
Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

### Задание 18 № 1206 тип 18

Цена деления и предел измерения миллиамперметра (см. рисунок) равны соответственно

- 1) 0,1 мА и 1 А
- 2) 0,2 мА и 2 мА
- 3) 0,2 А и 1 А
- 4) 0,1 мА и 2 А



#### Решение.

Чтобы определить цену деления нужно взять две точки на шкале, с отмеченными значениями, вычесть из большего значения меньшее и разделить получившуюся величину на число делений между выбранными точками. Цена деления миллиамперметра равна  $(1 - 0)/5 = 0,2 \text{ мА}$ . Предел измерения — наибольшее число, указанное на шкале. Предел измерения равен 2 мА.

Правильный ответ указан под номером 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

### Задание 19 № 1665 тип 19

Используя стакан с горячей водой, термометр и часы, учитель на уроке провёл опыты по исследованию температуры остывающей воды с течением времени. Результаты измерений он занёс в таблицу.

<b><math>t, ^\circ\text{C}</math></b>	72	62	55	50	46
<b><math>\tau</math></b>	0	5	10	15	20

Из предложенного перечня выберите два утверждения, соответствующие проведённым опытам. Укажите их номера.

- 1) Остывание воды происходит до комнатной температуры.
- 2) За первые 5 мин. вода остыла в большей степени, чем за следующие 5 мин.
- 3) Температура остывающей воды обратно пропорциональна времени наблюдения.
- 4) Скорость остывания воды уменьшается по мере охлаждения воды.
- 5) По мере остывания скорость испарения уменьшается.

#### Решение.

В первые минуты вода будет менять температуру при остывании быстрее, чем в конце. Это происходит из-за уменьшения разницы между температурой воды и воздуха. Правильными являются утверждения 2 и 4.

Ответ: 24.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 24

### Задание 20 № 314 тип 20

#### Определение возраста Земли

Один из методов определения возраста Земли основан на радиоактивном распаде урана. Уран (атомная масса 238) распадается самопроизвольно с последовательным выделением восьми альфа-частиц, а конечным продуктом распада является свинец с атомной массой 206 и газ гелий. На рисунке представлена цепочка превращений урана-238 в свинец-206.

Вид излучения и энергия (МэВ)	Ядро	Период полураспада
альфа (4,15-4,2)	Уран 238	4,47 млрд лет
бета	Торий 234	24,1 суток
бета	Протактиний 234	1,17 минуты
альфа (4,72-4,78)	Уран 234	245 000 лет
альфа (4,62-4,69)	Торий 230	8 000 лет
альфа (4,60-4,78)	Радий 226	1 600 лет
альфа (5,49)	Радон 222	3,823 суток
альфа (6,0)	Полоний 218	3,05 минуты
бета	Свинец 214	26,8 минуты
бета	Висмут 214	19,7 минуты
альфа (7,69)	Полоний 214	0,000164 секунды
бета	Свинец 210	22,3 года
бета	Висмут 210	5,01 суток
альфа (5,305)	Полоний 210	138,4 суток
	Свинец 206	Стабильный

Каждая освободившаяся при распаде альфа-частица проходит определенное расстояние, которое зависит от ее энергии. Чем больше энергия альфа-частицы, тем большее расстояние она проходит. Поэтому вокруг урана, содержащегося в породе, образуется восемь концентрических колец. Такие кольца (плеохроические гало) были найдены во многих горных породах всех геологических эпох. Были сделаны точные измерения, показавшие, что для разных вкраплений урана кольца всегда отстоят на одинаковых расстояниях от находящегося в центре урана.

Когда первичная урановая руда затвердевала, в ней, вероятно, не было свинца. Весь свинец с атомной массой 206 был накоплен за время, прошедшее с момента образования этой горной породы. Раз так, то измерение количества свинца-206 по отношению к количеству урана-238 — вот всё, — что нужно знать, чтобы определить возраст образца, если период полураспада известен. Для урана-238 период полураспада составляет приблизительно 4,5 млрд лет. В течение этого времени половина первоначального количества урана распадается на свинец и гелий.

Таким же образом можно измерить возраст других небесных тел, например метеоритов. По данным таких измерений возраст верхней части мантии Земли и большинства метеоритов составляет 4,5 млрд лет.

Для определения возраста образца горной породы, содержащей уран-238, достаточно определить

- 1) количество урана-238
- 2) количество свинца-206
- 3) отношение количества урана-238 к количеству свинца-206
- 4) отношение периода полураспада урана-238 к периоду полураспада свинца-206

#### Решение.

Из предпоследнего абзаца следует, что для определения возраста образца горной породы, содержащей уран-238, достаточно определить отношение количества урана-238 к количеству свинца-206.

Правильный ответ указан под номером 3.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 3

**Задание 21 № 315 тип 21****Определение возраста Земли**

Один из методов определения возраста Земли основан на радиоактивном распаде урана. Уран (атомная масса 238) распадается самопроизвольно с последовательным выделением восьми альфа-частиц, а конечным продуктом распада является свинец с атомной массой 206 и газ гелий. На рисунке представлена цепочка превращений урана-238 в свинец-206.

Вид излучения и энергия (МэВ)	Ядро	Период полураспада
	Уран 238	4,47 млрд лет
альфа (4,15-4,2)	Торий 234	24,1 суток
бета	Протактиний 234	1,17 минуты
бета	Уран 234	245 000 лет
альфа (4,72-4,78)	Торий 230	8 000 лет
альфа (4,62-4,69)	Радий 226	1 600 лет
альфа (4,60-4,78)	Радон 222	3,823 суток
альфа (5,49)	Полоний 218	3,05 минуты
альфа (6,0)	Свинец 214	26,8 минуты
бета	Висмут 214	19,7 минуты
бета	Полоний 214	0,000164 секунды
альфа (7,69)	Свинец 210	22,3 года
бета	Висмут 210	5,01 суток
бета	Полоний 210	138,4 суток
альфа (5,305)	Свинец 206	Стабильный

Каждая освободившаяся при распаде альфа-частица проходит определенное расстояние, которое зависит от ее энергии. Чем больше энергия альфа-частицы, тем большее расстояние она проходит. Поэтому вокруг урана, содержащегося в породе, образуется восемь концентрических колец. Такие кольца (плеохроические гало) были найдены во многих горных породах всех геологических эпох. Были сделаны точные измерения, показавшие, что для разных вкраплений урана кольца всегда отстоят на одинаковых расстояниях от находящегося в центре урана.

Когда первичная урановая руда затвердевала, в ней, вероятно, не было свинца. Весь свинец с атомной массой 206 был накоплен за время, прошедшее с момента образования этой горной породы. Раз так, то измерение количества свинца-206 по отношению к количеству урана-238 — вот всё, — что нужно знать, чтобы определить возраст образца, если период полураспада известен. Для урана-238 период полураспада составляет приблизительно 4,5 млрд лет. В течение этого времени половина первоначального количества урана распадается на свинец и гелий.

Таким же образом можно измерить возраст других небесных тел, например метеоритов. По данным таких измерений возраст верхней части мантии Земли и большинства метеоритов составляет 4,5 млрд лет.

Период полураспада — это

- 1) интервал времени, прошедший с момента образования горной породы до проведения измерения числа ядер радиоактивного урана
- 2) интервал времени, в течение которого распадается половина от первоначального количества радиоактивного элемента
- 3) параметр, равный 4,5 млрд лет

4) параметр, определяющий возраст Земли

**Решение.**

Из предпоследнего абзаца следует, что период полураспада — это интервал времени, в течение которого распадается половина от первоначального количества радиоактивного элемента.

Правильный ответ указан под номером 2.

Ваш ответ: *нет ответа*. Правильный ответ: 2

**Задание С1 № 320**

<b>Критерии оценивания выполнения задания</b>	<b>Баллы</b>
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют	0
<i>Максимальный балл</i>	2

Зависят ли радиусы концентрических колец плеохроического гало от химической формулы соединения, в которое входит уран-238? Ответ поясните.

**Определение возраста Земли**

Один из методов определения возраста Земли основан на радиоактивном распаде урана. Уран (атомная масса 238) распадается самопроизвольно с последовательным выделением восьми альфа-частиц, а конечным продуктом распада является свинец с атомной массой 206 и газ гелий. На рисунке представлена цепочка превращений урана-238 в свинец-206.

<b>Вид излучения и энергия (МэВ)</b>	<b>Ядро</b>	<b>Период полураспада</b>
альфа (4,15-4,2)	Уран 238	4,47 млрд лет
бета	Торий 234	24,1 суток
бета	Протактиний 234	1,17 минуты
альфа (4,72-4,78)	Уран 234	245 000 лет
альфа (4,62-4,69)	Торий 230	8 000 лет
альфа (4,60-4,78)	Радий 226	1 600 лет
альфа (5,49)	Радон 222	3,823 суток
альфа (6,0)	Полоний 218	3,05 минуты
бета	Свинец 214	26,8 минуты
бета	Висмут 214	19,7 минуты
альфа (7,69)	Полоний 214	0,000164 секунды
бета	Свинец 210	22,3 года
бета	Висмут 210	5,01 суток
альфа (5,305)	Полоний 210	138,4 суток
	Свинец 206	Стабильный

Каждая освободившаяся при распаде альфа-частица проходит определенное расстояние, которое зависит от ее энергии. Чем больше энергия альфа-частицы, тем большее расстояние она проходит. Поэтому вокруг урана, содержащегося в породе, образуется восемь концентрических колец. Такие кольца (плеохроические гало) были найдены во многих горных породах всех геологических эпох. Были сделаны точные измерения, показавшие, что для разных вкраплений урана кольца всегда отстоят на одинаковых расстояниях от находящегося в центре урана.

Когда первичная урановая руда затвердевала, в ней, вероятно, не было свинца. Весь свинец с атомной массой 206 был накоплен за время, прошедшее с момента образования этой горной породы. Раз так, то измерение количества свинца-206 по отношению к количеству урана-238 — вот всё, — что нужно знать, чтобы определить возраст образца, если период полураспада известен. Для урана-238 период полураспада составляет приблизительно 4,5 млрд лет. В течение этого времени половина первоначального количества урана распадается на свинец и гелий.

Таким же образом можно измерить возраст других небесных тел, например метеоритов. По данным таких измерений возраст верхней части мантии Земли и большинства метеоритов составляет 4,5 млрд лет.

### Решение.

Ответ: не зависят.

Объяснение: естественная радиоактивность характеризует самопроизвольное превращение нестабильных ядер и одинаково протекает независимо от химического соединения, в которое входит радиоактивный элемент. Следовательно, энергии излучаемых альфа-частиц и радиусы образующихся в породе концентрических колец для разных пород, содержащих уран-238, будут одинаковыми.

### Задание С2 № 726

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Полностью правильное выполнение задания, включающее в себя:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) рисунок экспериментальной установки;</li> <li>2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае для коэффициента трения скольжения через вес каретки с грузами и силу трения скольжения (силу тяги));</li> <li>3) правильно записанные результаты прямых измерений (в данном случае результаты измерения веса каретки с грузами и силы трения скольжения (силы тяги));</li> <li>4) полученное правильное числовое значение искомой величины</li> </ol>	4
<p>Приведены все элементы правильного ответа 1–4, но допущена ошибка при вычислении значения искомой величины.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Допущена ошибка при обозначении единиц одной из величин.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Допущена ошибка в схематичном рисунке экспериментальной установки, или рисунок отсутствует</p>	3
<p>Сделан рисунок экспериментальной установки, правильно приведены результаты прямых измерений величин, но не записана формула для расчёта искомой величины, и не получен ответ.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Правильно приведены результаты прямых измерений величин, записана формула для расчёта искомой величины, но не получен ответ, и не приведён рисунок экспериментальной установки.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Правильно приведены результаты прямых измерений, приведён правильный ответ, но отсутствует рисунок экспериментальной установки и формула для расчёта искомой величины</p>	2
<p>Записаны только правильные результаты прямых измерений.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Приведено правильное значение только одного из прямых измерений, и представлена правильно записанная формула для расчёта искомой величины.</p> <p>ИЛИ</p> <p>Приведён правильный результат только одного из прямых измерений, и сделан рисунок экспериментальной установки</p>	1

Все случаи выполнения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления 1, 2, 3 или 4 баллов. Разрозненные записи. Отсутствие попыток выполнения задания	0
<i>Максимальный балл</i>	4

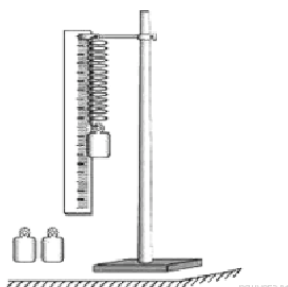
Используя штатив лабораторный с муфтой и лапкой, пружину, груз массой  $(100 \pm 2)$  г, линейку длиной 300 мм с миллиметровыми делениями, соберите установку для определения жёсткости пружины. Подвесьте пружину за один из концов к штативу. Прикрепив к свободному концу пружины груз, измерьте удлинение пружины

В ответе:

- сделайте рисунок экспериментальной установки;
- запишите формулу для определения силы упругости;
- запишите условие равновесия груза на пружине;
- измерьте удлинение пружины после прикрепления к ней груза и запишите измеренную величину;
- определите жёсткость пружины и оцените погрешность её измерения.

**Решение.**

- Рисунок экспериментальной установки:



- $F_{\text{упр}} = k\Delta l.$

- $F_{\text{тяж}} = mg = F_{\text{упр}} = k\Delta l.$

- 

№	Масса груза $m$ (кг)	Удлинение пружины $\Delta l$ (см)	Модуль силы упругости $F$ (Н)
1	0,1	2	1
2	0,2	4	2
3	0,3	6	3

Погрешность измерения удлинения  $\Delta l$  составляет 0,5 мм.

- Жёсткость пружины равна  $k = (50 \pm 2)$  Н/м.

### Задание С3 № 1668

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Представлен правильный ответ на вопрос, и приведено достаточное обоснование, не содержащее ошибок	2
Представлен правильный ответ на поставленный вопрос, но его обоснование не является достаточным, хотя содержит оба элемента правильного ответа или указание на физические явления (законы), причастные к обсуждаемому вопросу. ИЛИ Представлены корректные рассуждения, приводящие к правильному ответу, но ответ явно не сформулирован.	1
Представлены общие рассуждения, не относящиеся к ответу на поставленный вопрос. ИЛИ	0



Ответ на вопрос неверен независимо от того, что рассуждения правильны или неверны, или отсутствуют	
Максимальный балл	2

Алюминиевый и стальной шары имеют одинаковую массу. Какой из них легче поднять в воде? Ответ поясните.

**Решение.**

1. Алюминиевый шар поднять легче.

2. Легче поднять тот шар, на который действует большая сила Архимеда. Плотность стали больше плотности алюминия, следовательно, при равной массе объём алюминиевого шара больше. Сила Архимеда прямо пропорциональна объёму погружённого тела, поэтому на алюминиевый шар будет действовать большая сила Архимеда.

**Задание С4 № 988**

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом (в данном решении — закон сохранения импульса, закон сохранения энергии, уравнение теплового баланса); 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
Максимальный балл	3

Брусок массой 400 г, движущийся по гладкой горизонтальной поверхности со скоростью  $v = 10$  м/с, ударяется о такой же, но неподвижный брусок и теряет половину своей скорости. Найдите количество теплоты, выделившейся при соударении брусков. Движение брусков считать поступательным.

**Решение.**

Дано:	Решение:
$m=0,4$ кг $v=10$ м/с	Согласно закону сохранения импульса $mv = m(v/2) + mi,$
Q—?	откуда скорость второго бруска после соударения $u = v/2$ .

Согласно закону сохранения энергии

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{m(v/2)^2}{2} + \frac{m(v/2)^2}{2} + Q,$$

откуда количество теплоты, выделившееся при ударе, равно

$$Q = \frac{mv^2}{4}.$$

Подставляя числовые данные условия задачи и проверяя размерность найденной величины, получаем  $Q = 10$  Дж.

Ответ: 10 Дж.

### Задание С5 № 162

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы: 1) верно записано краткое условие задачи; 2) записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом; 3) выполнены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ. При этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями)	3
Правильно записаны необходимые формулы, проведены вычисления, и получен ответ (верный или неверный), но допущена ошибка в записи краткого условия или переводе единиц в СИ. ИЛИ Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов. ИЛИ Записаны уравнения и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи выбранным способом, но в математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка	2
Записаны и использованы не все исходные формулы, необходимые для решения задачи. ИЛИ Записаны все исходные формулы, но в одной из них допущена ошибка	1
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0
<i>Максимальный балл</i>	3

В алюминиевый калориметр массой 50 г налито 120 г воды и опущен электрический нагреватель мощностью 12,5 Вт. На сколько градусов нагреется калориметр с водой за 22 мин, если тепловые потери в окружающую среду составляют 20%?

**Решение.**

КПД нагревателя — есть отношение полезной работы  $A_1$  к затраченной  $A_2$ :

$$\eta = \frac{A_1}{A_2},$$

где

$$A_1 = Q = c_K m_K \Delta t + c_B m_B \Delta t = \Delta t (c_K m_K + c_B m_B);$$

$$A_2 = P\tau.$$

Подставим  $A_1$  и  $A_2$  в первую формулу:

$$\eta = \frac{\Delta t(c_K m_K + c_B m_B)}{P\tau} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{\eta P\tau}{c_K m_K + c_B m_B} = 24^\circ\text{C}.$$

Ответ: 24 °С.