

1

Установите соответствие между физическими понятиями и примерами этих понятий. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

2 б.

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ**

- А) физическая величина
- Б) единица физической величины
- В) физический прибор

**ПРИМЕРЫ**

- 1) калориметр
- 2) система координат
- 3) герц
- 4) электромагнитные волны
- 5) электрический заряд

Ответ:

А	Б	В
5	3	1

2 Шарик массой  $m$ , подвешенный на нити длиной  $l$  и совершающий гармонические колебания, проходит через положение равновесия со скоростью  $v$ .

16. Установите соответствие между физическими величинами и формулами для расчёта этих величин.

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

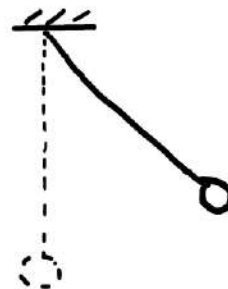
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) полная механическая энергия шарика относительно положения равновесия  
 Б) модуль ускорения шарика при прохождении положения равновесия

ФОРМУЛЫ

- 1)  $\frac{v^2}{l}$   
 2)  $g + \frac{v^2}{l}$   
 3)  $\frac{mv^2}{2}$   
 4)  $mgl$

$$E_n = 0 \rightarrow$$



$$E = E_k + E_n = \frac{mv^2}{2}$$

Ответ:

А	Б
3	1

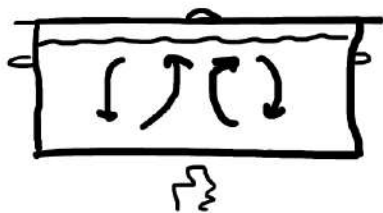
$$\text{Б) } a_y = \frac{v^2}{R}, \quad R = l \Rightarrow a_y = \frac{v^2}{l}$$

3

Как быстрее охладить компот в кастрюле: поставить кастрюлю на лёд или положить лёд сверху на крышку?

16. 1) Положить лёд сверху, так как охлаждение объясняется преимущественно конвекцией жидкости.
- 2) Поставить кастрюлю на лёд, так как охлаждение объясняется преимущественно конвекцией жидкости.
- 3) Положить лёд сверху, так как охлаждение объясняется преимущественно тепловым излучением жидкости.
- 4) Поставить кастрюлю на лёд, так как охлаждение объясняется преимущественно высокой теплопроводностью жидкости.

Ответ:



4 Прочитайте текст и вставьте на место пропусков слова (словосочетания) из приведённого списка.

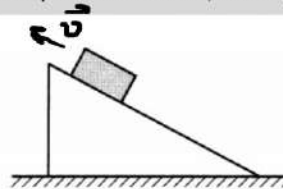
2 6. Брусок равномерно тянут вверх по шероховатой поверхности наклонной плоскости (см. рисунок).

Сила трения, действующая на брусок, (А) 1.

Равнодействующая всех сил, действующих на брусок, равна (Б) 4.

По мере движения вверх по наклонной плоскости кинетическая энергия бруска (В) 5,

полная механическая энергия бруска (Г) 6.



$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

*Список слов и словосочетаний:*

- |   |                  |
|---|------------------|
| 1) направлена вниз вдоль наклонной плоскости  | 5) не изменяться |
| 2) направлена вверх вдоль наклонной плоскости | 6) увеличиваться |
| 3) сумма силы тяжести и силы трения           | 7) уменьшаться   |
| 4) нуль                                       |                  |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
1	4	5	6

$$m\vec{g} + \vec{N} + \vec{F} + \vec{F}_p = m \cdot \vec{a} = \vec{0}$$

$$E = \underline{E_k} + E_n, \quad E_n = mgh$$

- 5 Гидростатическое давление, создаваемое водой на дне озера, без учёта давления атмосферы равно  $4 \cdot 10^5$  Па. Какова глубина озера?

16. Ответ: 40 м.

$$p = \rho g h \Rightarrow h = \frac{p}{\rho g} = \frac{4 \cdot 10^5}{1000 \cdot 10} = \underline{40 \text{ м}}$$

- 6 Жёсткость пружины равна 7500 Н/м. Чему равна сила упругости пружины при её растяжении на 4 см?

16. Ответ: 300 Н.

$$F_{\text{уп}} = k \cdot \Delta l = \underline{7500} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 0,04 \cancel{\text{ м}} = \underline{300 \text{ Н}}$$

- 7 КПД тепловой машины равен 35 %. Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 100 Дж. Какую полезную работу при этом совершает машина?

16.

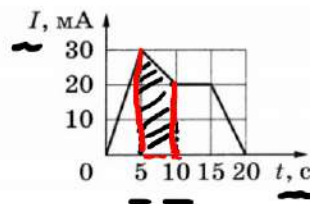
Ответ: 35 Дж.

$$\eta = \frac{A}{Q} \Rightarrow A = \eta \cdot Q = 0,35 \cdot 100 = \underline{35 \text{ Дж}}$$

- 8 На рисунке представлен график зависимости силы тока  $I$  в проводнике от времени  $t$ . Какой заряд прошёл по проводнику в интервале времени от 5 до 10 с?

16.

Ответ: 0,125 Кл.

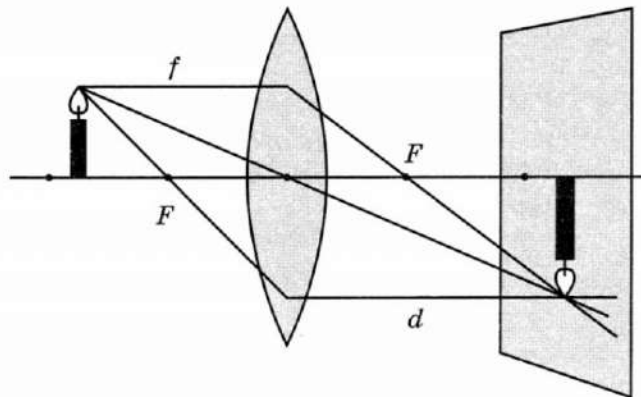


$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t \quad - \text{можно при } I = \text{const}$$

$$q = \frac{(20 + 30) \cdot 10^{-3}}{2} \cdot 5 = 125 \cdot 10^{-3} \text{ Кл} = \underline{0,125 \text{ Кл}}$$

- 9 Ученик изучал изображения свечи, получаемые с помощью тонкой собирающей линзы (см. рисунок). Для разных расстояний  $f$  от свечи до линзы он измерял расстояния  $d$  от линзы до изображения и заносил результаты измерений в таблицу.
16. Чему равна оптическая сила линзы?

№ опыта	$f$ , см	$d$ , см
1	30	60
2	40	40
3	50	33



Ответ: 5 дптр.

1 способ: 
$$\frac{1}{F} = D = \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{0,6} + \frac{1}{0,3} = \frac{1+2}{0,6} = \frac{3}{0,6} = 5 \text{ дптр}$$

2 способ: случай №2  $d = f \Rightarrow d = 2F$

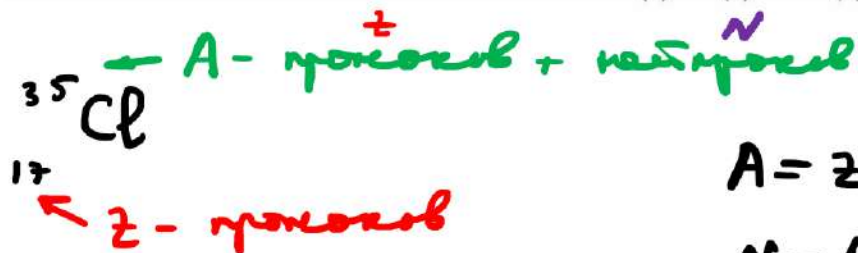
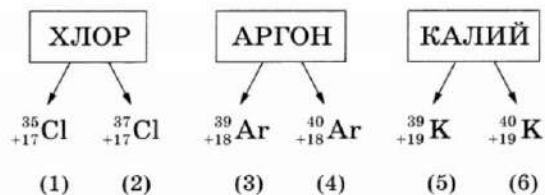
$$F = \frac{d}{2}, \quad D = \frac{1}{f} = \frac{1}{\frac{d}{2}} = \frac{2}{d} = \frac{2}{0,4} = 5 \text{ дптр}$$

10

На рисунках представлено описание изотопов для трёх элементов. Какое из ядер (1–6) содержит 22 нейтрона?

16.

Ответ: \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_.



$$A = Z + N$$

$$N = A - Z$$





- 11 Брусок удерживается на горизонтально расположенном вращающемся с некоторой постоянной частотой диске. Как изменится сила трения, действующая на брусок, и кинетическая энергия бруска при увеличении частоты вращения диска при условии, что брусок не соскальзывает с диска?

26.

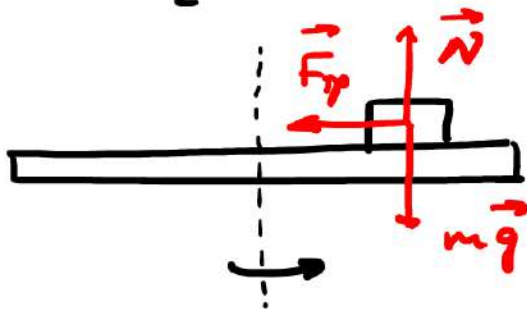
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличится                      2) уменьшится                      3) не изменится

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

Сила трения	Кинетическая энергия
1	1

$$\uparrow E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}, \quad \uparrow v = \omega \cdot R, \quad \uparrow \omega = 2\pi \nu \uparrow$$



$$\begin{aligned}
 \underbrace{m\vec{g} + \vec{N}}_0 + \vec{F}_{\text{тр}} &= m \cdot \vec{a} \\
 \vec{F}_{\text{тр}} &= m \cdot \vec{a} \\
 \vec{a} = a_y &= \frac{v^2}{R} \uparrow
 \end{aligned}$$

12 Ядро претерпевает бета-распад. Как при этом изменяются число протонов и число нейтронов в ядре?

26. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Число протонов	Число нейтронов
1	2



$$N_1 = A - Z, \quad N_2 = A - (Z + 1) = \underbrace{A - Z}_{N_1} - 1 = N_1 - 1$$

13

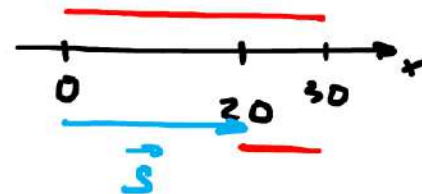
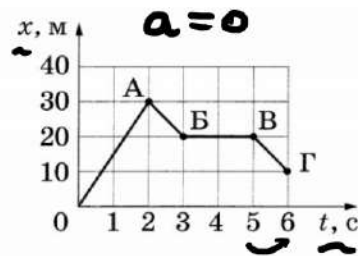
Тело массой 200 г движется вдоль оси  $Ox$  инерциальной системы отсчёта. На рисунке представлен график зависимости координаты  $x$  этого тела от времени  $t$ .

26.

Используя рисунок, выберите из предложенного перечня **два** верных утверждения. Укажите их номера.

- Участок  $0A$  графика соответствует движению тела под действием сил, модуль равнодействующей которых равен 3 Н.
- За 3 секунды от начала движения тело прошло путь, равный 40 м.
- Участок  $BB$  графика соответствует равномерному движению тела с отличной от нуля скоростью.
- Участок  $BГ$  графика соответствует движению тела со скоростью, модуль которой равен 10 м/с.
- Участки  $AB$  и  $BГ$  графика соответствуют движению тела с отличным от нуля одинаковым ускорением.

Ответ:



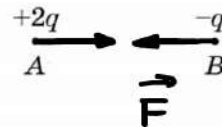
$$1) F = m \cdot a = 0 ; \quad 2) l = 30 + 10 = 40 \text{ м}$$

$$4) v_x = \frac{\Delta x}{t} = \frac{x - x_0}{t} = \frac{10 - 20}{1} = -10 \text{ м/с} \Rightarrow v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

14 Одинаковые маленькие металлические шарики, расположенные в точках  $A$  и  $B$ , несут на себе заряды  $+2q$  и  $-q$  соответственно (см. рисунок).

2 б.

Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения относительно этой ситуации.



Если шарики соединить стеклянной палочкой, они будут отталкиваться друг от друга.

На шарик  $B$  со стороны шарика  $A$  действует сила, направленная горизонтально влево.

При соприкосновении шариков их суммарный электрический заряд уменьшится. Если шарики соединить тонкой стальной проволокой, шарики разрядятся.

Сила, действующая на шарик  $A$  со стороны шарика  $B$ , равна по модулю силе, действующей на шарик  $B$  со стороны шарика  $A$ .

Ответ:



$$+2q + (-q) = +q$$

↙ ↘

$$+\frac{q}{2} \quad +\frac{q}{2}$$

⊖ ⊕

15 Какое из наблюдений позволяет сформулировать гипотезу о том, что скорость испарения жидкости зависит от плотности пара у её поверхности?

1 6.  Бельё, вывешенное на солнце на ветру, сохнет быстрее, чем такое же бельё, вывешенное в тени в защищённом от ветра месте.

Вода, налитая в блюдце, оставленное в тёплом помещении, испаряется быстрее, чем вода такой же массы, налитая в стакан, поставленный в холодильник.

3 В пасмурный день бельё, вывешенное на ветру, сохнет быстрее, чем такое же бельё, вывешенное в то же время суток в защищённом от ветра месте.

Спирт, налитый в блюдце, стоящее на столе, испаряется быстрее, чем вода такой же массы и температуры, налитая в такое же блюдце, стоящее на том же столе.

Ответ:

16

26.

Учащиеся решили исследовать закономерности колебаний маятника. В таблице представлены результаты исследований: для проведения каждого отдельного опыта указана масса груза  $m$ , подвешиваемого к нити, длина нити  $L$ , число колебаний  $N$  и время колебаний  $t$ .

№	Масса груза $m$ , г	Длина нити $L$ , см	Число колебаний $N$	Время колебаний $t$ , с
1	100	100	10	20
2	100	100	20	40
3	100	50	10	14
4	100	50	30	42
5	100	25	10	10
6	100	25	30	30
7	200	100	10	20
8	200	50	10	14
9	200	50	30	42
10	200	25	10	10

$$T = \frac{t}{N}$$

$$\rightarrow 2c$$

$$\leftarrow 1,4c$$

$$\rightarrow 1c$$

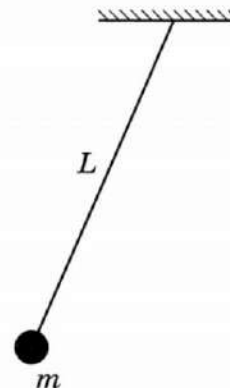
$$\nu = \frac{f}{T} = \frac{f}{1,4} \approx$$

$$= 0,7 T_{\text{г}}$$

Из предложенного перечня выберите два утверждения, соответствующие данным таблицы. Укажите их номера.

- 1) При увеличении длины нити в 4 раза период колебаний увеличивается в 2 раза.
- ~~2) При уменьшении массы груза период колебаний увеличивается.~~
- ~~3) Частота колебаний груза зависит от атмосферного давления.~~
- 4) При длине нити 1 м период колебаний маятника равен 2 с.
- ~~5) При длине нити 50 см частота колебаний маятника равна 1,4 Гц.~~

Ответ:



- 17 Используя штатив с муфтой и лапкой, пружину, динамометр, линейку и три груза, соберите экспериментальную установку для измерения жёсткости пружины.
- 3 6. Определите жёсткость пружины, подвесив к ней три груза. Для измерения веса грузов воспользуйтесь динамометром. Абсолютную погрешность измерения силы с помощью динамометра принять равной  $\pm 0,1$  Н, абсолютную погрешность измерения удлинения пружины с помощью линейки принять равной  $\pm 2$  мм.

В бланке ответов:

- 1) сделайте рисунок или описание экспериментальной установки;
- 2) запишите формулу для расчёта жёсткости пружины;
- 3) укажите результаты измерений веса грузов и удлинения пружины с учётом погрешности измерений;
- 4) запишите числовое значение жёсткости пружины.

- 18 Установите соответствие между приборами и физическими явлениями, которые используются в этих приборах.

- 2 6. К каждой позиции из первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРИБОРЫ, УСТРОЙСТВА

- А) жидкостный манометр  
Б) жидкостный термометр

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- 1) зависимость объёма жидкости от её температуры  
2) зависимость выталкивающей силы от плотности жидкости  
3) уменьшение температуры жидкости при её испарении  
4) зависимость гидростатического давления от высоты столба жидкости

Ответ:

А	Б
4	1

## Прочитайте текст и выполните задания 19 и 20.

### Меркурий

Изучение планет Солнечной системы меняло взгляд человека на мир вокруг него и понимание места Земли во Вселенной.

История наших знаний о Меркурии уходит корнями в глубокую древность, по сути это одна из первых планет, известных человечеству. Меркурий наблюдали ещё в древнем Шумере, одной из первых развитых цивилизаций на Земле. Происхождение названия планеты идёт от римлян, которые назвали планету в честь античного бога Меркурия (в греческом варианте Гермеса), покровителя торговли, ремёсел, а также посланца других олимпийских богов. С чем связана такая ассоциация? Год на планете длится всего 88 дней, Меркурий — самая быстрая планета.

Меркурий — это ближайшая к Солнцу и самая маленькая планета Солнечной системы. Некоторые характеристики планеты представлены в таблице.

**Характеристики Меркурия**

Характеристика	Значение
Температура на поверхности	От $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+430\text{ }^{\circ}\text{C}$
Ускорение свободного падения	$3,7\text{ м/с}^2$
Масса	Около 5,5 % массы Земли
Естественные спутники	Нет
Размер железного ядра (источник магнитного поля)	83 % объёма и 60 % массы планеты
Магнитное поле	Примерно в 100 раз меньше земного
Среднее расстояние от Солнца	Чуть меньше 58 млн км
Перигелий (расстояние от ближайшей к Солнцу точки орбиты до Солнца)	<u>46 млн км</u>
Афелий (расстояние от самой удалённой от Солнца точки орбиты до Солнца)	<u><u>69,8 млн км</u></u>
Средняя скорость движения по орбите	48 км/с
Время совершения одного оборота вокруг Солнца	88 земных суток
Продолжительность суток	58,65 земных



При пролёте мимо Меркурия космического аппарата «Маринер-10», запущенного в 1973 году, было установлено наличие у планеты предельно разрежённой атмосферы, давление которой в  $5 \cdot 10^{11}$  раз меньше давления земной атмосферы. В таких условиях атомы чаще сталкиваются с поверхностью планеты, чем друг с другом. Атмосферу составляют атомы, захваченные из солнечного ветра или выбитые солнечным ветром с поверхности, — гелий, натрий, кислород, калий, аргон, водород. Имеющейся у Меркурия гравитации недостаточно для поддержания плотной атмосферы.

Поверхность Меркурия испещрена ударными кратерами от воздействий метеоритов и комет и напоминает поверхность Луны (см. фото).



Снимок поверхности Меркурия, сделанный с исследовательского зонда «Мессенджер»

19 Выберите *два* верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Укажите их номера.

- 2 6.  1) На космический зонд массой 500 кг у поверхности Меркурия будет действовать сила гравитации, равная примерно 1,85 кН.
- 2) Ближайшая к Солнцу точка орбиты планеты называется афелием.
- 3) Массивное железное ядро Меркурия является источником сильного магнитного поля на планете, превышающего магнитное поле на Земле.
- 4) Меркурий движется по круговой орбите вокруг Солнца.
- 5) В течение трёх своих суток Меркурий совершает примерно два оборота вокруг Солнца.

Ответ:

$$3) F_T = m \cdot g = 500 \cdot 3,7 \approx 1850 \text{ Н} = \underline{1,85 \text{ кН}}$$

$$5) t_n = 3 \cdot 59,65 = 176 \text{ сут}$$

$$t_c = 2 \cdot 88 = 176 \text{ сут}$$

20

В таблице ниже приведены сравнительные физические характеристики для двух планет Солнечной системы — для Меркурия и Марса.

26.

Планета	Среднее расстояние от Солнца, млн км	Масса, % от массы Земли	Ускорение свободного падения, м/с <sup>2</sup>	Температура у поверхности, °С	Атмосфера
Меркурий	58	5,5	3,77	от -190 до +430 °С	Практически отсутствует
Марс	228	10,7	3,71	от -153 до +35 °С	Среднее атмосферное давление составляет 0,4–0,87 кПа

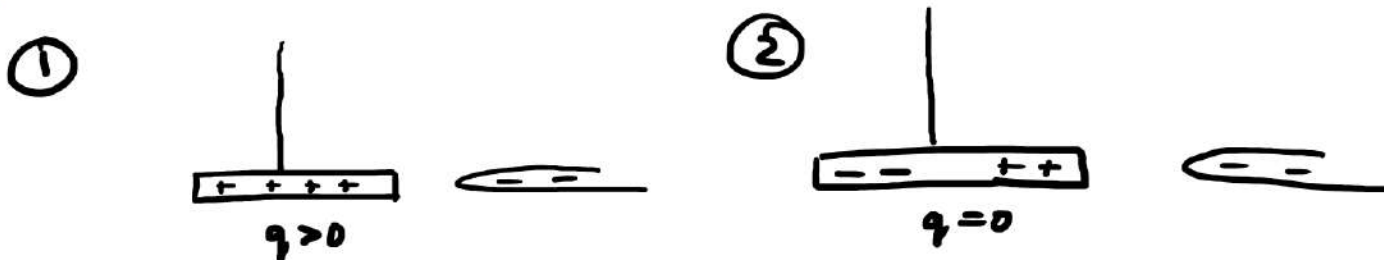
Марс, расположенный в 4–5 раз дальше от Солнца, обладает почти равной с Меркурием гравитацией, но при этом не растерял полностью свою атмосферу в космос. Чем объясняется это различие? Ответ поясните.

**Ответ:**

На поверхности Меркурия температура в среднем гораздо больше, чем на поверхности Марса. Скорость теплового движения молекул напрямую зависит от температуры, поэтому молекулы на поверхности Меркурия быстрее двигаются и покидают атмосферу.

- 21 Тонкий алюминиевый стержень, подвешенный на нити, притянулся к поднесённой заряженной стеклянной палочке. Можно ли сделать однозначный вывод о том, что изначально стержень был заряжен? Ответ поясните.

2 б.



Ответ:

1) Нет.

2) Стержень может быть разряжен, при этом его заряд должен иметь противоположный знак, чтобы притянуться к палочке. Стержень может быть не заряжен, тогда за счет влияния электрического поля палочки заряды на нем перераспределяются, и он начнет притягиваться к палочке.

22

2 б.

Механизм физиологического действия инфразвука на человека пока полностью не установлен. Согласно одной из существующих гипотез, действие инфразвука связано с возбуждением резонансных колебаний в организме (когда частота собственных колебаний системы совпадает с частотой внешних колебаний).

В таблице представлены интервалы инфразвуковых частот от некоторых видов транспорта.

Источник инфразвука	Частота, Гц
Автомобильный транспорт	Весь спектр инфразвукового диапазона
Железнодорожный транспорт, трамваи	$10^{-16}$

6  
↓  
0. - 20

Ирину укачивает в автомобиле, но она не испытывает никаких неприятных ощущений даже при длительных поездках в железнодорожном транспорте.

Согласуется ли этот факт с приведённой выше гипотезой, если известно, что собственная частота нашего вестибулярного аппарата близка к 6 Гц? Ответ поясните.

**Ответ:**

- 1) Этот факт согласуется с приведенной выше гипотезой.
- 2) Т.к. в автомобильном транспорте могут наблюдаться инфразвуковые волны любой частоты, в том числе и 6 Гц, то может произойти резонанс, и Ирину будет укачивать. В железнодорожном транспорте частота колебаний в волнах меньше частоты вестибулярного аппарата, поэтому в этом случае резонанс наблюдаться не будет, и Ирину не будет укачивать.

- 23 Шарик массой 0,2 кг падает с некоторой высоты с начальной скоростью, равной нулю. Его кинетическая энергия при падении на землю равна 24 Дж. С какой высоты упал шарик? Сопротивлением воздуха пренебречь.

3 б.

Дано:

$$m = 0,2 \text{ кг}$$

$$E_k = 24 \text{ Дж}$$

 $h = ?$ 

Решение:

$$\underline{3.6.7}: E_n = E_k, \quad E_n = mgh$$

$$mgh = E_k \Rightarrow h = \frac{E_k}{mg}$$

$$h = \frac{24}{0,2 \cdot 10} = \underline{12 \text{ м}}$$

Ответ: 12 м.

- 24 Маленький свинцовый шарик объёмом  $0,02 \text{ см}^3$  равномерно падает в воде. Какое количество теплоты выделится при перемещении шарика на  $3 \text{ м}$ ?

3 б.

Дано:

$$V = 0,02 \text{ см}^3$$

$$\rho = 11350 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\rho_0 = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$s = 3 \text{ м}$$

Q - ?

Решение:



$$1) \underline{v = \text{const}}: \quad mg = F_A + F_c$$

$$F_c = mg - F_A, \quad m = \rho \cdot V, \quad F_A = \rho_0 \cdot g \cdot V$$

$$F_c = \rho \cdot V \cdot g - \rho_0 \cdot g \cdot V = (\rho - \rho_0) g V$$

$$2) Q = |A_{F_c}|, \quad A_{F_c} = F_c \cdot s \cdot \underbrace{\cos 180^\circ}_{-1} = -F_c \cdot s$$

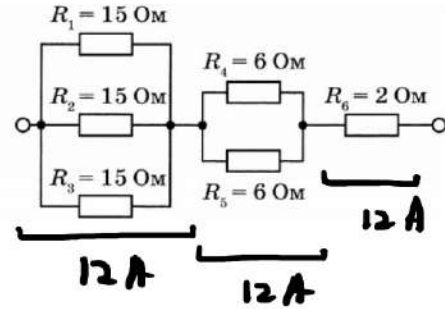
$$Q = F_c \cdot s, \quad \boxed{Q = (\rho - \rho_0) g V \cdot s}$$

$$Q = (11350 - 1000) \cdot 10 \cdot 0,02 \cdot 10^{-6} \cdot 3 = 6,21 \cdot 10^{-3} \text{ Дж.}$$

$$1 \text{ см}^3 = (1 \text{ см})^3 = (0,01 \text{ м})^3 = 10^{-6} \text{ м}^3 \quad \text{Ответ: } 6,21 \text{ м Дж}$$

25 В электрическую сеть с напряжением 120 В включены шесть резисторов по схеме, изображённой на рисунке.

36. Определите мощность, потребляемую резистором  $R_4$ .



Дано:

Решение:

$$U = 120 \text{ В}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = 15 \text{ Ом}$$

$$R_4 = R_5 = 6 \text{ Ом}$$

$$R_6 = 2 \text{ Ом}$$

$$P_4 - ?$$

$$I = \frac{U}{R}, \quad R = \frac{R_1}{3} + \frac{R_4}{2} + R_6$$

$$R = \frac{15}{3} + \frac{6}{2} + 2 = 5 + 3 + 2 = 10 \text{ Ом}$$

$$I = \frac{120}{10} = 12 \text{ А.} \quad \text{Т.к. } R_4 = R_5, \text{ то } I_4 = \frac{1}{2} I = 6 \text{ А}$$

$$P_4 = I_4^2 \cdot R_4 = 6^2 \cdot 6 = \underline{216 \text{ Вт}}$$

Ответ: 216 Вт.