

## Объяснения к заданиям по ФИЗИКЕ пробного тестирования «ЗИГЗАГ» – 2014-2015

1. Г

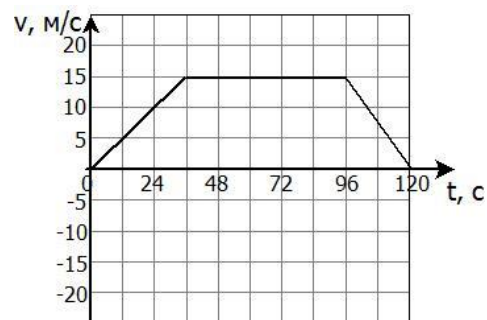
Перемещение – это вектор, соединяющий начальную и конечную точки движения. Модуль перемещения – длина этого вектора. То есть модуль перемещения зависит только от начального и конечного положения тела и является одинаковым для любых траекторий с выбранным начальным и конечным положением тела.

2. Б

Расстояние между станциями – это расстояние, пройденное поездом за время движения. Это расстояние равно площади под графиком зависимости скорости от времени. Ищем площадь трапеции:

Большее основание равно 120 (с). Меньшее основание равно  $96 - 36 = 60$  (с). Высота равна 15 (м/с). Площадь трапеции равна полусумме оснований, умноженной на высоту.

$$S = \frac{120+60}{2} \cdot 15 = 1350 \text{ (м)}.$$



3. Г

Расставим силы, действующие на каждый из грузиков. Поскольку грузики покоятся, то запишем второй закон Ньютона в проекции на ось удля каждого грузика:  $T_1 - mg = 0$  и  $T_2 + F_A - mg = 0$ . Выразив силы натяжения нитей, получим:  $T_1 = mg$  и  $T_2 = mg - F_A$ .

Теперь запишем условие равновесия линейки (равенство моментов сил относительно точки крепления):

$$T_1 \cdot l_1 = T_2 \cdot l_2$$

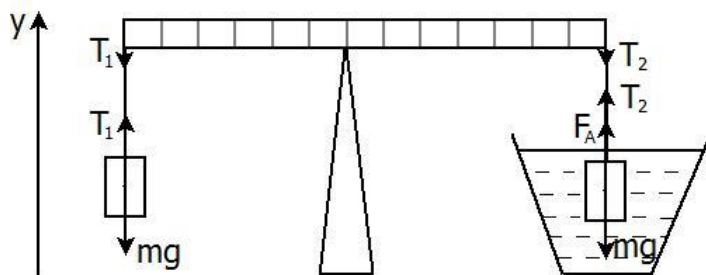
Численные значения  $l_1$  и  $l_2$  не даны, но по рисунку их можно найти в делениях:  $l_1 = 6$  делений,  $l_2 = 7$  делений. Тогда  $6 \cdot T_1 = 7 \cdot T_2$ . Подставляя ранее полученные выражения, получаем:

$$6 \cdot mg = 7 \cdot (mg - F_A)$$

Выразим силу тяжести через силу Архимеда:  $mg = 7F_A$ . Нужно найти плотность тела, поэтому выразим массу через плотность  $m = \rho \cdot V$ . Также запишем формулу для силы Архимеда  $F_A = \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V$ . Получаем:

$$\rho \cdot V \cdot g = 7 \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g \cdot V$$

$$\rho = 7\rho_{\text{ж}} = 7 \cdot 1000 = 7000 \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$$



4. В

Дано:

$$v_0 = 0$$

$$v = 14 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\mu = 0,02$$

$$g = 10 \text{ М/с}^2$$

$$h - ?$$

Для решения задачи можно воспользоваться формулами кинематики, но лучше использовать закон сохранения энергии. Поскольку в задаче присутствуют неконсервативные силы (сила трения), то закон сохранения энергии записывается следующим образом:  $\Delta E = A_{\text{тр}}$ . Распишем каждую часть равенства.

$$1) \Delta E = E_{\text{кон}} - E_{\text{нач}}$$

В начальный момент времени тело находилось на высоте  $h$  и покоилось. То есть  $E_{\text{нач}} = mgh$ .

В конце оно оказалось у подножия склона (на нулевой высоте) и приобрело скорость  $v$ . То есть

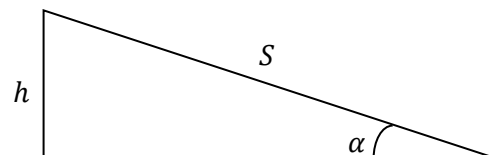
$$E_{\text{кон}} = \frac{mv^2}{2}. \text{ Получаем: } \Delta E = \frac{mv^2}{2} - mgh.$$

$$2) A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S \cdot \cos \alpha$$

Сила трения всегда направлена против перемещения, то есть  $\alpha = 180^\circ \Rightarrow \cos \alpha = -1$ .

Перемещение выразим через высоту горки:

$$\sin \alpha = \frac{h}{S} \Rightarrow S = \frac{h}{\sin \alpha}$$



Тело движется по наклонной плоскости, значит, имеем дело с силой трения скольжения:  $F_{\text{тр}} = \mu N$ . Силу нормальной реакции опоры найдем, записав второй закон Ньютона в проекции на ось, перпендикулярную плоскости:

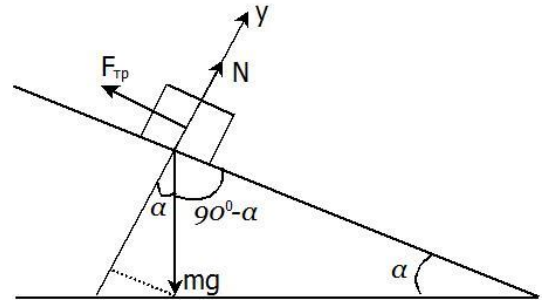
$$N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cdot \cos \alpha$$

Тогда  $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cdot \cos \alpha$

Подставляя в формулу для работы все величины, получаем:

$$A_{\text{тр}} = F_{\text{тр}} \cdot S \cdot \cos \alpha = \mu mg \cdot \cos \alpha \cdot \frac{h}{\sin \alpha} \cdot (-1) = -\mu mgh \cdot \text{ctg} \alpha$$

Теперь можно приравнять полученные формулы для работы и изменения энергии, выразить и найти высоту горки  $h$ .



$$\frac{mv^2}{2} - mgh = -\mu mgh \cdot \text{ctg} \alpha$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh \cdot (1 - \mu \cdot \text{ctg} \alpha)$$

$$h = \frac{v^2}{2g \cdot (1 - \mu \cdot \text{ctg} \alpha)} = \frac{14^2}{2 \cdot 10 \cdot (1 - 0,02 \cdot \text{ctg} 45^\circ)} = \frac{196}{20 \cdot 0,98} = \frac{196}{19,6} = 10 \text{ (м)}$$

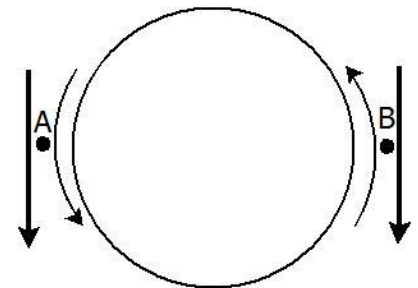
Ответ. 10 (м).

**5. Б**

Подобная траектория шара основана на эффекте Магнуса. Объясним правильный ответ. При ударе по шару справа он начнет вращаться против часовой стрелки:



Теперь рассмотрим движение воздуха относительно шара. Шар летит вперед, значит, воздух движется навстречу (направление указано жирными стрелками). Также, из-за вращения шара, часть воздуха, которая находится вблизи его поверхности, увлекается за шаром и движется в ту же сторону (направление указано тонкими стрелками). Получается, в точке А скорости воздуха направлены в одну сторону и складываются, в точке В – в разные стороны и вычитаются. То есть, скорость в точке А больше, чем скорость в точке В.



Запишем закон Бернулли:

$$P_0 + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const}$$

Из него получаем, что чем больше скорость движение воздуха, тем меньше давление. То есть давление в точке А меньше, чем в точке В. Это значит, что траектория полета шара будет отклоняться влево, как и показано в условии задачи.

**6. Г**

Диффузия – это проникновение молекул одного вещества в промежутки между молекулами другого вещества вследствие их хаотического движения. В хаотическом движении находятся молекулы в любом агрегатном состоянии. Соответственно и диффузия может происходить в любом агрегатном состоянии. Только в газах она происходит быстрее всего, в жидкостях – медленнее, а на диффузию в твердых тела могут уйти годы.

**7. Б**

Работа газа за цикл – это площадь внутри графика с учетом знака работы. Поскольку цикл имеет самопересечение, рассмотрим отдельно работу газа на участке 523 и на участке 541 (точку 5 на графике ввели для удобства объяснения).

На участке 523 (который является замкнутым), обход происходит против часовой стрелки, значит, работа газа отрицательна ( $A_{523} < 0$ ). На участке 541 обход происходит по часовой стрелке, значит, работа положительна ( $A_{541} > 0$ ). По графику видно, что площади треугольников 523 и 541 равны, то есть модуль работы одинаковый ( $|A_{523}| = |A_{541}|$ ). Значит, поскольку знаки работ разные, то их сумма, то есть общая работа за цикл, будет равна нулю ( $A_{541} + A_{523} = 0$ ).

**8. А**

Поскольку на улице стоит туман, то относительная влажность равна 100%. Соответственно, абсолютная влажность на улице равна плотности насыщенных паров при температуре 22°C ( $\rho_{ул} = \rho_{н.п.22}$ ). В квартире относительная влажность равна 60%, то есть абсолютная влажность будет равна 60% от плотности насыщенных паров при температуре 20°C ( $\rho_{кв} = 0,6 \cdot \rho_{н.п.20}$ ). С увеличением температуры плотность насыщенных паров возрастает, то есть  $\rho_{н.п.22} > \rho_{н.п.20}$ . Соответственно:

$$\rho_{н.п.22} > 0,6 \cdot \rho_{н.п.20} \Rightarrow \rho_{ул} > \rho_{кв}$$

При открытии окон в квартиру будет попадать воздух с большим содержанием водяных паров (большей относительной влажностью), значит, относительная влажность в квартире будет возрастать.

**9. В**

Запишем формулу для емкости конденсатор в общем виде:  $c = \frac{q}{U}$ . Применим её для каждого из 3 случаев:

1) Заряд равен  $q_0$ , напряжение равно  $U$ .

$$c = \frac{q_0}{U}$$

2) Заряд равен  $3q_0$ , напряжение на 5 В больше (равно  $U + 5$ )

$$c = \frac{3q_0}{U + 5}$$

3) Заряд равен  $5q_0$ , напряжение неизвестно (обозначим  $U_x$ )

$$c = \frac{5q_0}{U_x}$$

Из первых двух уравнений найдем  $U$ , приравняв их правые части:

$$\frac{q_0}{U} = \frac{3q_0}{U + 5} \Rightarrow 3U = U + 5 \Rightarrow U = 2,5 \text{ (В)}$$

Из первого уравнения:  $U = \frac{q_0}{c} = 2,5 \text{ В}$ . Тогда из третьего уравнения:

$$U_x = \frac{5q_0}{c} = 5 \cdot 2,5 = 12,5 \text{ (В)}$$

Ответ. 12,5 (В).

10. А

Эквипотенциальные поверхности представляют из себя сферу, если электрическое поле создано точечным зарядом. Потенциал поля точечного заряда:  $\varphi = k \frac{q}{r}$ . Потенциал должен быть в 2 раза больше ( $2\varphi_0$  вместо  $\varphi_0$ ), значит, исходя из формулы, радиус сферы будет в 2 раза меньше. Получаем  $r_2 = \frac{r_1}{2} = \frac{5 \text{ см}}{2} = 2,5 \text{ см}$ .

11. Г

<p><u>Дано:</u></p> <p><math>U = 220 \text{ В}</math></p> <p><math>P = 100 \text{ Вт}</math></p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p><math>R_{\text{общ}} - ?</math></p>	<p>Исходя из информации, указанной на лампочках, найдем сопротивление одной лампочки.</p> $P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P} = \frac{220^2}{100} = 484 \text{ (Ом)}$ <p>Лампочки соединила параллельно, поэтому:</p> $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_{\text{общ}} = \frac{R}{2} = \frac{484}{2} = 242 \text{ (Ом)}$
--	---

Ответ. 242 (Ом).

12. В

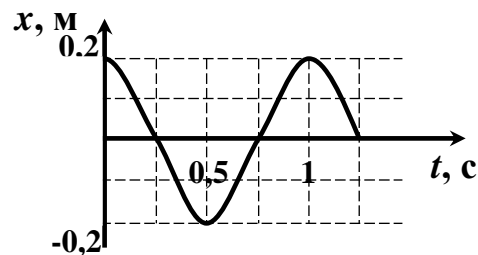
По графику видно, что с ростом температуры сопротивление убывает. Такое поведение характерно для полупроводников, поскольку с ростом температуры в них увеличивается количество носителей заряда.

13. А

Подобный опыт повторяет опыт Ампера. Если по параллельным проводникам течет ток в разных направлениях, они отталкиваются.

14. Б

Кинетическая энергия  $E_k = \frac{mv^2}{2}$  зависит от скорости движения тела. Соответственно, кинетическая энергия будет максимальной, когда максимальным будет модуль скорости. Из графика видно, что данные свободные колебания являются гармоническими. Значит, модуль скорости максимален при прохождении телом положения равновесия ( $x = 0$ ). По графику видно, что впервые это произойдет через  $t = 0,25 \text{ с}$ .



15. Б

Для возникновения явления резонанса необходимо, чтобы собственная частота колебаний тела совпадала с частотой внешней силы.

16. Г

Любая информация, которая передается беспроводным путем, передается с помощью электромагнитных волн. Разве что, длины этих волн могут быть различны. Соответственно, информация передается с помощью электромагнитной волны во всех указанных устройствах.

17. Г

<p><u>Дано:</u></p> <p><math>L = 10 \text{ мкГн} = \text{С Гн}</math></p> <p><math>I = 10 \cdot \cos(7\pi \cdot 10^6 \cdot t + \frac{\pi}{2})</math></p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> <p><math>W_{\text{эл.поля max}} - ?</math></p>	<p>Энергия электрического поля конденсатора можно вычислить по формуле <math>W_{\text{эл.поля}} = \frac{CU^2}{2}</math>. Однако в условии не задана ни емкость, ни напряжение. Поэтому воспользуемся законом сохранения энергии (колебательный контур - идеальный). Соответственно, энергия электрического поля конденсатора полностью перейдет в энергию магнитного поля катушки. То есть:</p> $W_{\text{эл.поля max}} = W_{\text{магн.поля max}}$
--	---

Максимальную энергию магнитного поля уже можем найти:

$$W_{\text{магн.поля max}} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$$

Максимальное значение силы тока – множитель перед тригонометрической функцией:  $I_{max} = 10$  (А).

$$W_{эл.поля max} = W_{магн.поля max} = \frac{LI_{max}^2}{2} = \frac{10 \cdot 10^{-6} \cdot 10^2}{2} = 0,5 \cdot 10^{-3} (\text{Дж}) = 0,5 (\text{мДж})$$

Ответ. 0,5 (мДж).

18. Б

<p>Дано:</p> <p><math>D = 9</math> дптр</p> <p><math>L = 45</math> см = 0,45 м</p> <p><math>f</math> – ?</p>	<p>Чтобы изображение получилось четким, оно должно попадать на сетчатку глаза. То есть в задаче требуется найти расстояние <math>f</math> от линзы (увеличительного стекла) до изображения. При этом задано расстояние <math>L</math> от глаза до книги, то есть расстояние от предмета до изображения. Оно состоит из расстояния от предмета до линзы и от линзы до изображения:</p> $L = f + d = 0,45 \text{ м}$
--	--

Запишем формулу тонкой линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f} + \frac{1}{d}$$

В условии задана оптическая сила линзы  $D = \frac{1}{F} = 9$  дптр. Осталось решить систему уравнений:

$$\begin{cases} f + d = 0,45 \\ \frac{1}{f} + \frac{1}{d} = 9 \end{cases}$$

Решив её, получаем:  $f = 0,2$  (м) или  $f = 0,25$  (м). Требуется выбрать наименьшее расстояние, поэтому  $f = 0,2$  (м) = 20 (см).

Ответ. 20 (см).

19. В

Одним из постулатов СТО является неизменность скорости света во всех системах отсчета. Поэтому скорость света в системе отсчета, связанной с кораблем, такая же, как и относительно Земли.

20. А

- 1) Помимо протонов и электронов в атоме также присутствует и нейтроны.
- 2) Энергия  $m_0c^2$  является энергией покоя частицы, а не полной энергией.
- 3) Гамма излучение – это поток фотонов, а не электронов.

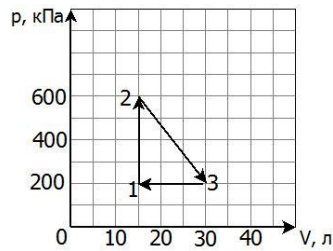
21. 1Д,2А,3Б,4В

<p>Дано:</p> <p><math>m = 2 \text{ т} = 2 \cdot 10^3 \text{ кг}</math></p> <p><math>v = 0,15 \text{ м/с}</math></p> <p><math>t = 1 \text{ хв} = 60 \text{ с}</math></p> <p><math>k = 100 \frac{\text{кН}}{\text{м}} = 10^5 \text{ Н/м}</math></p> <p><math>g = 10 \text{ м/с}^2</math></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Скорость постоянная, поэтому изменение кинетической энергии равно 0.</li> <li>2) Потенциальная энергия увеличилась, т.к. тело подняли на <math>S = v \cdot t = 0,15 \cdot 60 = 9 \text{ м}</math>. Изменение потенциальной энергии составит <math>mgh - mgh_0 = mgS = 2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 9 = 180 \text{ (кДж)}</math>.</li> <li>3) Работа силы тяжести <math>A = F \cdot S \cdot \cos \alpha</math>. <math>F = mg</math>, <math>\alpha = 180^\circ</math> поскольку тело перемещается вверх, а сила тяжести направлена вниз. Тогда <math>A = -mg \cdot S = -180 \text{ (кДж)}</math>.</li> <li>4) Потенциальная энергия деформированного троса <math>W = \frac{kx^2}{2}</math>. Поскольку</li> </ol>
--	---

груз поднимают равномерно, то  $mg = kx \Rightarrow x = \frac{mg}{k}$ . Подставляя в формулу для энергии:

$$W = \frac{kx^2}{2} = \frac{k(mg)^2}{2k^2} = \frac{(mg)^2}{2k} = \frac{(2 \cdot 10^3 \cdot 10)^2}{2 \cdot 10^5} = \frac{4 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^5} = 2 \cdot 10^3 (\text{Дж}) = 2 (\text{кДж}).$$

22. 1Г,2Д,3В,4А



Сразу обратим внимание, что объем указан в литрах, давление в кПа. При переводе в СИ значения на осях нужно умножить соответственно на  $10^{-3}$  (перевод литров в  $m^3$ ) и на  $10^3$  (перевод кПа в Па).

- 1) Работа за цикл – площадь треугольника. Обход в цикле происходит по часовой стрелке, значит работа положительная.

$$A = \frac{1}{2} \cdot (600 - 200) \cdot 10^3 \cdot (30 - 15)10^{-3} = \frac{1}{2} \cdot 400 \cdot 15 = 3000 \text{ (Дж)} = 3 \text{ (кДж)}$$

- 2) Изменение внутренней энергии на участке 1-2:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} (600 - 200) \cdot 10^3 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = \frac{3}{2} \cdot 400 \cdot 15 = 9000 \text{ (Дж)} = 9 \text{ (кДж)}$$

- 3) Количество теплоты на участке 2-3:

$$Q = \Delta U + A$$

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - P_2 V_2) = \frac{3}{2} (30 \cdot 10^{-3} \cdot 200 \cdot 10^3 - 15 \cdot 10^{-3} \cdot 600 \cdot 10^3) =$$

$$= \frac{3}{2} \cdot (6000 - 9000) = -4500 \text{ (Дж)} = -4,5 \text{ (кДж)}$$

Работа равна площади трапеции под графиком:

$$A = \frac{1}{2} \cdot (600 + 200) \cdot 10^3 \cdot (30 - 15)10^{-3} = \frac{1}{2} \cdot 800 \cdot 15 = 6000 \text{ (Дж)} = 6 \text{ (кДж)}$$

$$Q = \Delta U + A = 6 \text{ кДж} - 4,5 \text{ кДж} = 1,5 \text{ кДж}$$

- 4) Работа на участке 3-1 равна площади прямоугольника под графиком. Объем уменьшается, поэтому работа отрицательная.

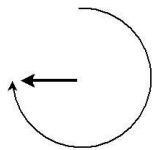
$$A = -200 \cdot 10^3 \cdot (30 - 15)10^{-3} = -200 \cdot 15 = -3000 \text{ (Дж)} = -3 \text{ (кДж)}$$

23. 1В,2Г,3Б,4А

Задание на знание формул по электродинамике. Оставшаяся формула  $\frac{CU^2}{2}$  описывает энергию электрического поля конденсатора.

24. 1. 4800 (с); 2. 1,57 (мм/с)

1. То, что часы опаздывают на 15 минут каждый час, значит, что когда пройдет 1 час времени ( $t = 3600$  с), то минутная стрелка сделает только  $\frac{3}{4}$  оборота, т.е. угол пройдет  $\frac{3\pi}{2}$ :



Угловая скорость вращения стрелки:

$$\omega = \frac{\Delta \varphi}{t} = \frac{3\pi}{2 \cdot 3600} = \frac{\pi}{2400} \text{ (рад/с)}$$

Период вращения:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi \cdot 2400}{\pi} = 4800 \text{ (с)}$$

2. Секундная стрелка движется пропорционально отставанию часов, т.е. период вращения секундной стрелки:

$$T = \frac{4800 \text{ с}}{60} = 80 \text{ с}$$

Длина секундной стрелки по условию  $l = 2 \text{ см} = 20 \text{ мм}$ . Скорость конца секундной стрелки:

$$v = \frac{2\pi l}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 20 \text{ мм}}{80 \text{ с}} = 1,57 \text{ мм/с}$$

Ответ. 1. 4800 (с); 2. 1,57(мм/с).

**25. 1. 25 (м); 2. 640 (Н)**

Дано:

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,8$$

$$m = 50 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$\sqrt{41} \approx 6,4$$

1.  $S$ —?

2.  $N$ —?

1. Расставим силы, действующие на автомобиль. Ось  $x$  направим против направления движения автомобиля.

Запишем второй закон Ньютона в проекциях на оси:

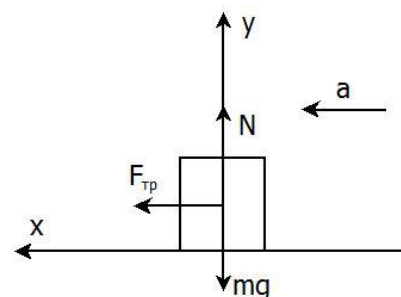
$$Ox: F_{\text{тр}} = ma$$

$$Oy: N - mg = 0 \Rightarrow N = mg$$

Применим формулу для силы трения скольжения и вычислим ускорения автомобиля при торможении:

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \Rightarrow \mu mg = ma$$

$$a = \mu g$$



Мы можем найти ускорение, знаем начальную и конечную (автомобиль остановился, поэтому  $v = 0$ ) скорости автомобиля. Можно найти его перемещение, а это и будет тормозной путь:

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

При подстановке значений учтем, что автомобиль тормозит, поэтому ускорение требуется брать со знаком “-”.

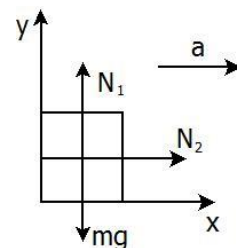
$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{-2\mu g} = \frac{0 - 20^2}{-2 \cdot 0,8 \cdot 10} = \frac{400}{16} = 25 \text{ (м)}$$

2. Теперь автомобиль, а значит и водитель вместе с ним, движется с ускорением  $a = \mu g$ , направленным вдоль скорости. Расставим силы, действующие на водителя при таком движении. Стоит учесть, что сила реакции опоры со стороны кресла будет состоять из силы реакции опоры со стороны сидения ( $N_1$ ) и со стороны спинки ( $N_2$ ).

Из второго закона Ньютона получаем:

$$N_2 = ma = m \cdot \mu g$$

$$N_1 - mg = 0 \Rightarrow N_1 = mg$$



$N_1$  и  $N_2$  перпендикулярны, поэтому общая сила реакции опоры:

$$N = \sqrt{N_1^2 + N_2^2} = \sqrt{(mg)^2 + (\mu mg)^2} = \sqrt{(50 \cdot 10)^2 + (0,8 \cdot 50 \cdot 10)^2} = 100\sqrt{5^2 + (0,8 \cdot 5)^2} = 100\sqrt{41} = 640 \text{ (Н)}$$

Ответ. 1. 25 (м); 2. 640 (Н).

**26. 1, 1 (л)**

Дано:

$$h = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$p_a = 10^5 \text{ Па}$$

$$S = 20 \text{ см}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$T = \text{const}$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$V_1$ —?

Запишем закон Клапейрона, который описывает процесс изменения всех макропараметров идеального газа при постоянной массе:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

По условию  $T_1 = T_2$ . Поршень находится, поэтому  $p_1 = p_a$ . После насыпания песка давление увеличилось на величину  $\Delta p = \frac{mg}{S}$ . То есть  $p_2 = p_a + \frac{mg}{S}$ . Поршень опустился на 5 см, значит, изменение объема составило  $\Delta V = h \cdot S$ . Тогда  $V_2 = V_1 - hS$ .

Подставив это в закон Клапейрона, получаем:

$$\frac{p_a V_1}{T} = \frac{\left(p_a + \frac{mg}{S}\right) \cdot (V_1 - hS)}{T}$$

$$p_a V_1 = p_a V_1 - p_a h S + \frac{mg}{S} V_1 - mgh$$

$$\frac{mg}{S} V_1 = mgh + p_a h S$$

$$V_1 = (mg + p_a S) \cdot \frac{Sh}{mg}$$

$$V_1 = (2 \cdot 10 + 10^5 \cdot 20 \cdot 10^{-4}) \cdot \frac{20 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05}{2 \cdot 10} = 220 \cdot \frac{10^{-4}}{20} = 1,1 \cdot 10^{-3} (\text{м}^3) = 1,1 (\text{л})$$

Ответ. 1,1 (л).

27. 7%

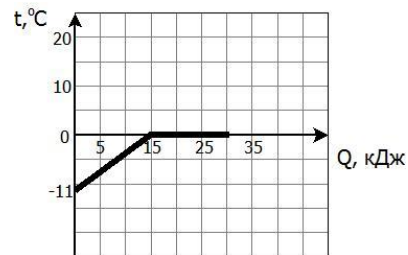
Дано:

$$c_{\text{льда}} = 2100 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$\lambda_{\text{льда}} = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} = 330 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$\frac{m_1}{m} - ?$$

Из графика видим, что на нагревание всего льда ушло  $Q = 15 \text{ кДж} = 15 \cdot 10^3 \text{ Дж}$ . Температура изменилась с  $-11^\circ\text{C}$  до  $0^\circ\text{C}$ . То есть  $\Delta t = 11^\circ\text{C}$ .



При нагревании  $Q = cm\Delta t \Rightarrow m = \frac{Q}{c_{\text{льда}} \cdot \Delta t}$ .

Обозначим массу расплавившегося льда через  $m_1$ . Исходя из графика, на его плавление ушло также  $Q = 15 \text{ кДж} = 15 \cdot 10^3 \text{ Дж}$  теплоты. При плавлении  $Q = \lambda m_1 \Rightarrow m_1 = \frac{Q}{\lambda_{\text{льда}}}$ . Найдем часть расплавившегося льда:

$$\frac{m_1}{m} = \frac{Q}{\lambda_{\text{льда}}} : \frac{Q}{c_{\text{льда}} \cdot \Delta t} = \frac{c_{\text{льда}} \cdot \Delta t}{\lambda_{\text{льда}}} = \frac{2100 \cdot 11}{330 \cdot 10^3} = 0,07$$

Для записи в ответ не забудем перевести в проценты.

Ответ. 7%.

28.  $50 \left( \frac{\text{мкКл}}{\text{кг}} \right)$

Дано:

$$Q = 1 \text{ мкКл} = 10^{-6} \text{ Кл}$$

$$r = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$v = 3 \text{ м/с}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$\frac{q}{m} - ?$$

По закону Кулона, на заряд  $q$  будет действовать сила:  $F = k \cdot \frac{qQ}{r^2}$ . С другой стороны, по 2 закону Ньютона  $F = ma$ . Заряд движется по окружности, поэтому есть центростремительное ускорение  $a = \frac{v^2}{r}$ . Подставив это, получаем:

$$F = m \frac{v^2}{r} = k \cdot \frac{qQ}{r^2}$$

Тогда удельный заряд равен:

$$\frac{q}{m} = \frac{v^2}{r} \cdot \frac{r^2}{kQ} = \frac{v^2 \cdot r}{kQ} = \frac{3^2 \cdot 0,05}{9 \cdot 10^9 \cdot 10^{-6}} = 50 \cdot 10^{-6} \left( \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \right) = 50 \left( \frac{\text{мкКл}}{\text{кг}} \right)$$

Ответ.  $50 \left( \frac{\text{мкКл}}{\text{кг}} \right)$

29. 8

Запишем формулу для количества теплоты, выделяющейся при протекании тока через проводник. Про трансформатор и спираль нагревателя, то используем ту формулу, в которой есть соответственно напряжение и сопротивление:

$$Q = \frac{U^2}{R} t \Rightarrow t = \frac{QR}{U^2}$$

Повышающий трансформатор с коэффициентом 2 увеличит напряжение в 2 раза, то есть, время уменьшится в 4 раза. При уменьшении длины спирали  $l$  в 2 раза, исходя из формулы для сопротивления проводника  $R = \rho \frac{l}{S}$ , сопротивление также уменьшится в 2 раза. То есть, время кипячения уменьшится еще в 2 раза. Всего время закипания уменьшится в 8 раз.



**30. 10 (часов)**

Дано:

$$S = 30 \text{ см}^2 = 30 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$$

$$h = 2 \text{ мм} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$I = 10 \text{ А}$$

$$\rho = 9000 \text{ кг/м}^3$$

$$k = 0,3 \frac{\text{мг}}{\text{Кл}} = 0,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$$

$t - ?$

Закон Фарадея для электролиза:  $m = kIt \Rightarrow t = \frac{m}{kI}$ .

Зная плотность, выразим массу:  $m = \rho V$ .

Объем меди на пластине – это сумма объемов покрытия с обеих сторон пластины.

Объем покрытия на одной:  $h \cdot S$ . Тогда  $V = 2hS$ .

$$t = \frac{m}{kI} = \frac{2\rho hS}{kI} = \frac{2 \cdot 9000 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-4}}{0,3 \cdot 10^{-6} \cdot 10} = 36000 \text{ (с)} = 10 \text{ (часов)}$$

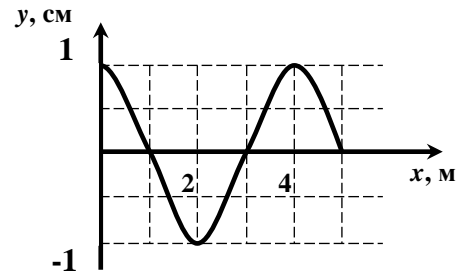
Ответ. 10 (часов).

**31. 50 (Гц)**

По рисунку находим длину волны, образованной колебаний жгута:  $\lambda = 4 \text{ м}$ . По условию скорость распространения волны  $v = 200 \text{ м/с}$ . Частота связана с этими величинами, как:

$$v = \frac{v}{\lambda} = \frac{200}{4} = 50 \text{ (Гц)}$$

Ответ. 50 (Гц).



**32. 180 (МГц)**

Емкость плоского конденсатора  $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$ . Расстояние между пластинами  $d$  уменьшилось в 4 раза, значит, емкость конденсатора  $C$  увеличится в 4 раза.

Период колебаний для колебательного контура  $T = 2\pi\sqrt{LC}$ . При увеличении емкости  $C$  в 4 раза, период увеличится в 2 раза.

Длина волны, на которую настроено радио с данным колебательным контуром, связана с периодом колебаний контура:  $\lambda = c \cdot T$ . При увеличении периода в 2 раза, длин волны также увеличится в 2 раза. И радио будет настроено на длину волны  $\lambda = 2 \cdot 90 \text{ МГц} = 180 \text{ МГц}$ .

Ответ. 180 (МГц).

**33. 82 (года)**

Дано:

$$N_0 = 6 \cdot 10^{23}$$

$$N = 2 \cdot 10^{21}$$

$$T = 10 \text{ лет}$$

$$\log_2 75 \approx 6,2$$

$t - ?$

Запишем закон радиоактивного распада:

$$N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}}$$

Выразим  $t$ :

$$2^{\frac{t}{T}} = \frac{N_0}{N}$$

$$\frac{t}{T} = \log_2 \frac{N_0}{N}$$

$$t = T \cdot \log_2 \frac{N_0}{N} = 10 \cdot \log_2 \frac{6 \cdot 10^{23}}{2 \cdot 10^{21}} = 10 \cdot \log_2 300$$

Значение  $\log_2 300$  в условии не дано, но можно воспользоваться свойством логарифма и выразить ответ через число, заданное в условии:

$$\log_2 300 = \log_2(4 \cdot 75) = \log_2 4 + \log_2 75 = 2 + 6,2 = 8,2$$

$$t = 10 \cdot 8,2 = 82 \text{ (года)}$$

Ответ. 82 (года).

34. 3,9

Дано:

$$\lambda_1 = 300 \text{ нм}$$

$$\lambda_2 = 900 \text{ нм}$$

$$n = 1,3$$

---


$$\frac{E_1}{E_2} = ?$$

Энергия кванта света  $E = h\nu$ . Для каждого из квантов света:

$$E_1 = h\nu_1; E_2 = h\nu_2$$

Частота связана с длиной волны  $\nu = \frac{v}{\lambda}$ , где  $v$  – скорость света в указанной среде. То есть  $v_1 = c$  (скорость света в вакууме),  $v_2 = \frac{c}{n}$  (скорость света в среде  $n$  раз меньше, чем в вакууме). Тогда

$$\nu_1 = \frac{c}{\lambda_1}; \nu_2 = \frac{c}{n\lambda_2}$$

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{h\nu_1}{h\nu_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{c}{\lambda_1} \cdot \frac{n\lambda_2}{c} = \frac{n\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{1,3 \cdot 900 \text{ нм}}{300 \text{ нм}} = 3,9$$

Ответ. 3,9.