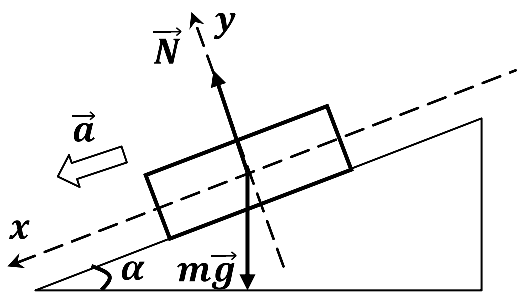
Объяснения к заданиям по физике пробного тестирования «ЗИГЗАГ»-2011

1. Б. Задача легко решается по формуле перемещения при равноускоренном движении с учетом того, что начальная скорость машины равна нулю:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{at^2}{2} = \frac{0{,}8*900}{2} = 360 \text{ (м)}.$$

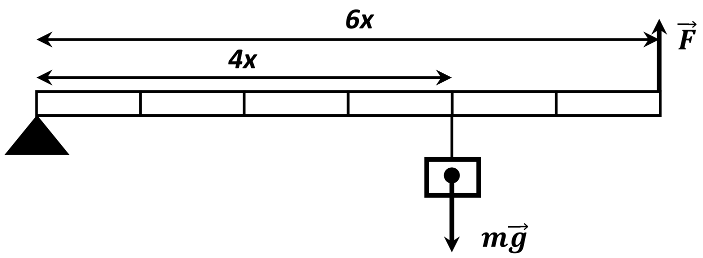
2. А. Сразу же по графику скорости (из которого, кстати, видно, что он для равноускоренного прямолинейного движения) определяем ускорение санок по формуле: $a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{10-0}{2} = 5\ (^{\text{м}}/_{\text{с}^2})$. Затем рисуем схему действия сил на санки, помня о том, что силу трения мы можем не учитывать:



Далее по 2-му закону Ньютона записываем проекции всех сил на ось x (на ось y ввиду отсутствия силы трения нам проекция не пригодится):

$$ma = mg sin\alpha \Rightarrow a = g sin\alpha \Rightarrow sin\alpha = \frac{a}{g} = \frac{5}{10} = 0{,}5.$$

3. Г. Нанесем на схему рычага плечи действующих сил с учетом того, что он поделен на равные сегменты:



Запишем второе условие равновесия для изображенного рычага:

$$4xmg - 6xF = 0 \Rightarrow F = \frac{2}{3}mg = \frac{2}{3} \cdot 9 \cdot 10 = 60 \text{ (н)}.$$

4. Г. Запишем импульс тела и центростремительное ускорение:

$$\begin{cases} p = mv \\ a_ц = \frac{v^2}{R} \end{cases} \Rightarrow p = m \cdot \sqrt{a_ц R} = 3 \cdot \sqrt{2 \cdot 8} = 12\left(\frac{\text{кг}\cdot\text{м}}{\text{с}}\right).$$

5. А. По приведенной схеме видно, что глубина посудины равна *6 (см)=0,06 (м).* Тогда по формуле для гидростатического давления:

$$p = \rho g h = 0{,}06 \cdot 800 \cdot 10 = 480 \text{ (Па)}.$$

6. В. Для нахождения массы углерода воспользуемся формулами для количества вещества и приравняем их:

$$\begin{cases} \nu = \frac{m}{M} \\ \nu = \frac{N}{N_A} \end{cases} \Rightarrow \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow m = \frac{mN}{N_A} = \frac{12\cdot10^{-3}\cdot18\cdot10^{23}}{6\cdot10^{23}} = 36\cdot10^{-3}\ (\text{кг}) = 36\ (\text{г}).$$

7. Б. График линейной функции по уравнению изобары: $\frac{V}{T} = const$.

8. В. Воспользуемся первым законом термодинамики, который для изобарного процесса не упрощает свой вид и формулами для изменения внутренней энергии одноатомного газа (а неон одноатомный, т.к. относится к группе инертных газов) и работы газа:

$$\begin{cases} Q = \Delta U + A \\ \Delta U = \frac{3}{2}\cdot\frac{m}{M}R\Delta T \\ A = p\Delta V = pV_2 - pV_1 = \frac{m}{M}RT_2 - \frac{m}{M}RT_1 = \frac{m}{M}R\Delta T\ \ (\text{по закону Менделеева} - \text{Клапейрона}) \end{cases}$$

Вследствие имеем:

$$Q = \frac{3}{2}\cdot\frac{m}{M}R\Delta T + \frac{m}{M}R\Delta T = \frac{5}{2}\cdot\frac{m}{M}R\Delta T = \frac{5}{2}\cdot\frac{0{,}04}{20\cdot10^{-3}}\cdot 8{,}31\cdot 20 = 831\ (\text{Дж}).$$

9. В. По формуле КПД идеальной тепловой машины, не забывая перевести градусы Цельсия в кельвины:

$$\nu = \frac{T_\text{н} - T_\text{х}}{T_\text{н}}\cdot 100\% = \frac{620-310}{620}\cdot 100\% = 50\%.$$

10. Б. Как для смачивающих жидкостей, так и для несмачивающих, формула для высоты подъема/опускания жидкости в капилляре работает одинаково правильно. Искомая глубина погружения капиллярной трубки, при которой ртуть под действием лапласового давления, которое будет препятствовать гидростатическому давлению внешнего столба ртути, не будет попадать в трубку, выражается по формуле:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho_\text{р} g r} = \frac{2\cdot510\cdot10^{-3}}{13600\cdot10\cdot0{,}5\cdot10^{-3}} = 1{,}5\cdot10^{-2}\ (\text{м}) = 1{,}5\ (\text{см}).$$

11. Г. По закону сохранения заряда после прикосновения двух одинаковых шариков заряд разделится между ними поровну:

$$q_1 + q_2 = 2q' \Rightarrow q' = \frac{q_1+q_2}{2} = \frac{2q-8q}{2} = -3q.$$

Запишем силы кулоновского взаимодействия точечных зарядов между шариками до прикосновения и после, а потом сравним их:

$$\begin{cases} F_1 = G\frac{|q_1||q_2|}{r^2} \\ F_2 = G\frac{|q'||q'|}{r^2} = G\frac{(q')^2}{r^2} \end{cases} \Rightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{(q')^2}{|q_1||q_2|} = \frac{9q^2}{16q^2} = \frac{9}{16}.$$

Соответственно получаем ответ: либо увеличится в $\frac{16}{9}$ раз, либо уменьшится в $\frac{9}{16}$. Выбираем подходящую формулировку.

12. А. По условию имеем, что $S_2 = 3S_1$ и $d_2 = \frac{d_1}{2}$. Запишем с учетом этого формулы емкости плоского конденсатора до и после изменений и сравним их:

$$\begin{cases} C_1 = \frac{\varepsilon_1 \varepsilon_0 S_1}{d_1} \\ C_2 = \frac{\varepsilon_2 \varepsilon_0 S_2}{d_2} = \frac{2\varepsilon_2 \varepsilon_0 \cdot 3S_1}{d_1} \end{cases} \Rightarrow \frac{C_2}{C_1} = 6 \cdot \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = 6 \cdot \frac{7}{2} = 21.$$

Получили, что электроемкость конденсатора увеличится в 21 раз.

13. В. Параллельное подключение применяется, т.к. именно на участках параллельности одинаковое напряжение (что и показывает вольтметр), а большое сопротивление, чтобы уменьшить влияние прибора на проводимость цепи с учетом его параллельного подключения.

14. Г. Найдем общее сопротивление цепи, помня о том, что сопротивления всех резисторов одинаковы:

$$R_{\text{общ}} = \frac{R}{2} + R = 5 + 10 = 15 \text{ (Ом)}.$$

Затем по закону Ома для участка цепи найдем силу тока в цепи с учетом, что при последовательном подключении она одинакова:

$$I_{\text{общ}} = \frac{U_{\text{общ}}}{R_{\text{общ}}} = \frac{30}{15} = 2 \text{ (А)} = I_3.$$

Мощность тока на третьем резисторе:

$$P_3 = I_3^2 R_3 = 4 \cdot 10 = 40 \text{ (Вт)}.$$

15. Б. Запишем закон Фарадея выделения массы продукта электролиза на электроде:

$$m = \frac{M}{neN_A} \cdot I\Delta t$$

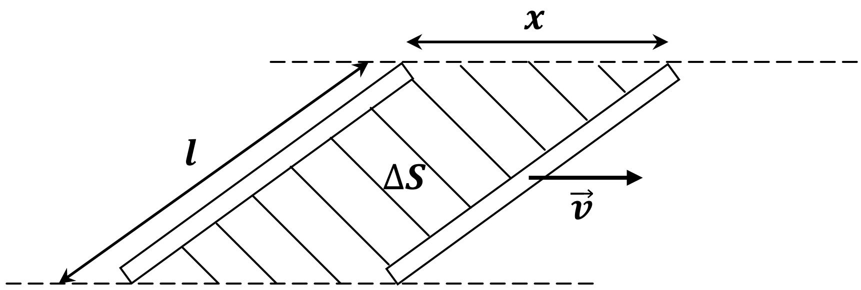
И выразим из него искомую силу тока. При подстановке численных значений не забываем переводить все величины в СИ, валентность меди в сульфате равна 2:

$$I = \frac{men\,N_A}{M\Delta t} = \frac{63{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot 2 \cdot 6 \cdot 10^{23}}{63{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 1600} = 12\ (A).$$

16. Г. Разница потенциалов между крыльями самолета возникнет вследствие ЭДС индукции, которая возникает из-за меняющегося магнитного потока, пронизывающего фигуру, ограниченную двигающимся в магнитном поле Земли самолетом. При этом угол между вектором-нормалью к плоскости образованной фигуры (прямоугольника) и вектором индукции поля Земли равен нулю.

Запишем полученное ЭДС индукции:

$$\Delta\varphi = \varepsilon_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta S \cos 0}{\Delta t} = \frac{B \cdot \Delta S}{\Delta t}.$$



Но площадь, которую пронизывает магнитный поток, образуется благодаря равномерному движению самолета за некоторое время Δt:

$\Delta S = x \cdot l = v\Delta t \cdot l.$

Подставим этот результат в формулу для разности потенциалов и не забудем все величины для расчетов перевести в СИ:

$\Delta\varphi = \frac{B \cdot v\Delta t \cdot l}{\Delta t} = B \cdot v \cdot l = 20 \cdot 200 \cdot 50 \cdot 10^{-6} = 0{,}2$ (В).

17. В. Сразу же определяем, что колебания совершаются по закону косинуса (т.е. с максимального отклонения). Амплитуда колебаний – это коэффициент при косинусе $x_m = 2{,}5$ (м). Период колебаний по формуле через циклическую частоту: $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0{,}2$ (с). Все данные берем, используя соответствующий закон колебаний в общем виде: $x = x_m cos\omega t$. По полученным признакам находим искомый график колебаний.

18. А. Воспользуемся формулой периода колебаний пружинного маятника и формулой периода по определению:

$$\begin{cases} T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \\ T = \frac{t}{N} \end{cases} \Longrightarrow N = \frac{t}{2\pi}\sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{31{,}4}{2 \cdot 3{,}14} \cdot \sqrt{\frac{600}{1{,}5}} = 100.$$

19. Г. Поперечные волны – это волны в натянутой струне. Все остальные приведенные варианты – примеры продольных волн.

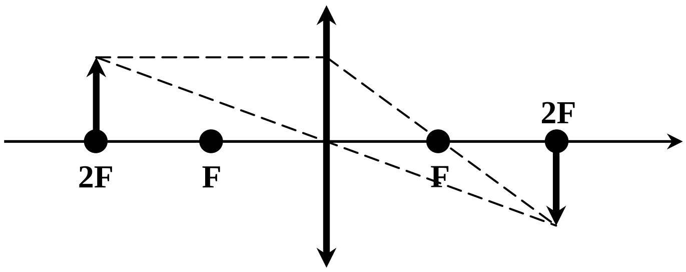
20. В. Задержка сигнала – это время его передачи с передающей станции на принимающую. Поэтому решение сводится к простому применению формулы времени при равномерном прямолинейном движении:

$t = \frac{S}{c} = \frac{150 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 5 \cdot 10^{-4}$ (с) $= 500$ (мкс). Где c – скорость света в вакууме.

21. А. Задача решается по закону сохранения энергии между состояниями полной зарядки конденсатора и полного насыщения катушки в идеальном колебательном контуре:

$\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \Longrightarrow I_m = U_m\sqrt{\frac{C}{L}} = 12 \cdot \sqrt{\frac{0{,}8 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-3}}} = 0{,}24\ (A).$

22. А. Задача решается построением изображения в линзе с последующей классификацией полученного изображения:



Размер изображения тот же, что и у предмета, это легко видеть из схемы и несложно доказать геометрически, пользуясь признаком равенства прямоугольных треугольников по острому углу и стороне.

23. Б. Запишем формулу энергии покоя тела и выразим из нее массу покоя:

$E_0 = m_0 c^2 \Longrightarrow m_0 = \frac{E_0}{c^2} = \frac{36 \cdot 10^{15}}{9 \cdot 10^{16}} = 0{,}4$ (кг).

24. В. Излучение происходит при переходе электрона с более высокоэнергетической орбиты на менее, т.е. с более высокого энергетического уровня на низкий. Таких претендентов среди вариантов ответов два. Для сравнения длин волн излучения запишем формулу изменения энергии:

$\Delta E = h\nu = h \cdot \frac{c}{\lambda}$, т.е. чем меньше разница энергий между энергетическими уровнями атома, тем длина волны испускаемого излучения больше. Разница энергий, очевидно, меньше в третьем варианте.

25. Б. Проверяем, чтобы сумма количества нуклонов и суммарный заряд сходились в левой и правой части реакции. И не забываем о том, что порядковый номер элемента (количество протонов) пишется внизу, а атомная масса (нуклонное число) – вверху.

26. 1-Г, 2-В, 3-Д, 4-А.

27. 1-Б, 2-А, 3-Д, 4-В.

28. 1-Д, 2-В, 3-А, 4-Г.

29. 1-В, 2-А, 3-Б, 4-Д. Направление силы Лоренца определяем по правилу левой руки (для положительно заряженных частиц) и по такому же правилу, только для правой руки (для отрицательно заряженных частиц).

30. Решаем по определению средней путевой скорости, учитывая, что если путь сначала шел в одну сторону, а затем в обратную по той же траектории, то эти пути равны. Не забываем скорость из ${}^{\text{км}}/_{\text{ч}}$ перевести в ${}^{\text{м}}/_{\text{с}}$.

$v_{\text{ср}} = \frac{l_1 + l_2}{t_1 + t_2} = \frac{2l}{\frac{l}{v_1} + \frac{l}{v_2}} = \frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{2 \cdot 10 \cdot 30}{10 + 30} = 15$ $({}^{\text{м}}/_{\text{с}})$.

Ответ: 15.

31. Запишем закон сохранения механической энергии для падения тела. При этом будем помнить, что на искомой высоте его потенциальная энергия равна кинетической:

$$\begin{cases} \frac{mv^2}{2} + mgh = E_{p1} + E_{k1} \\ E_{p1} = E_{k1} = mgh_1 \end{cases} \Rightarrow h_1 = \frac{v^2}{4g} + \frac{h}{2} = \frac{64}{4\cdot 10} + \frac{10}{2} = 6{,}6 \text{ (м)}.$$

Ответ: 6,6.

32. В процессе теплообмена в калориметре принимают участие:

1) сам калориметр и вода в нем тепло получают;

2) пар и вода, образовавшаяся после его конденсации, тепло отдают.

Запишем формулы для количества теплоты в этих процессах и уравнение теплового баланса:

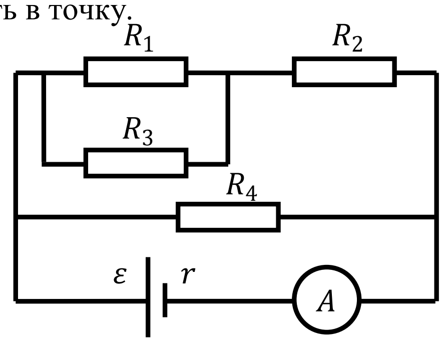
$$\begin{cases} Q_{\text{кал}} = c_{\text{м}} m_{\text{м}} (t_3 - t_1) \\ Q_{\text{в}} = c_{\text{в}} m_{\text{в}} (t_3 - t_1) \\ m_{\text{в}} = \rho_{\text{в}} V_{\text{в}} \\ Q_{\text{п}} = r_{\text{п}} m_{\text{п}} \\ Q_{\text{в}-\text{п}} = c_{\text{в}} m_{\text{п}} (t_2 - t_3) \end{cases} \Rightarrow t_3 = \frac{c_{\text{м}} m_{\text{м}} t_1 + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_{\text{в}} t_1 + r_{\text{п}} m_{\text{п}} + c_{\text{в}} m_{\text{п}} t_2}{c_{\text{м}} m_{\text{м}} + c_{\text{в}} \rho_{\text{в}} V_{\text{в}} + c_{\text{в}} m_{\text{п}}} =$$

$$= \frac{380\cdot 0{,}42\cdot 0 + 4200\cdot 0{,}42\cdot 10^{-3}\cdot 1000\cdot 0 + 2{,}3\cdot 10^6\cdot 0{,}042 + 4200\cdot 0{,}042\cdot 100}{380\cdot 0{,}42 + 4200\cdot 0{,}42\cdot 10^{-3}\cdot 1000 + 4200\cdot 0{,}042} = 54{,}4\ ({}^0C).$$

В указанных формулах $t_1 = 0, t_2 = 100, t_3$ −искомая.

Ответ: 54,4.

33. Сразу перестроим эквивалентную схему, которая упрощает понимание задачи. При этом учтем, что провод, соединяющий резисторы 1 и 3 имеет нулевое сопротивление, а значит его можно стянуть в точку.



Найдем поэтапно общее сопротивление в цепи:

$R_{13} = \frac{R_1\cdot R_3}{R_1+R_3} = \frac{6\cdot 12}{6+12} = 4$ (Ом), $R_{123} = R_{13} + R_2 = 4 + 8 = 12$ (Ом),

$R_{\text{общ}} = \frac{R_{123}\cdot R_4}{R_{123}+R_4} = \frac{12\cdot 24}{12+24} = 8$ (Ом).

Амперметр показывает ток на источнике, т.е. общий ток в цепи. Его мы и найдем по закону Ома для полной цепи:

$I_{\text{общ}} = \frac{\varepsilon}{R_{\text{общ}}+r} = \frac{36}{8+1} = 4$ (А).

Ответ: 4.

34. По графику гармонических колебаний напряжения на конденсаторе определяем:

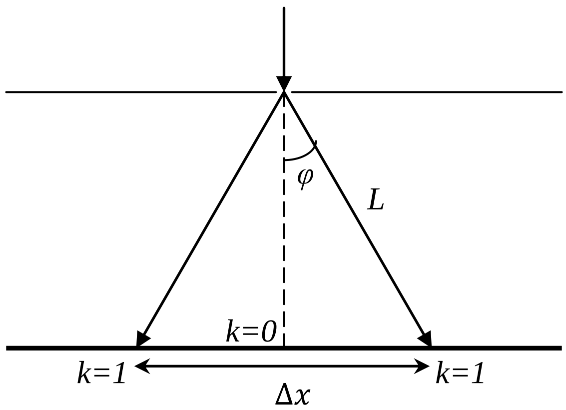
$U_m = 30$ (В), $T = 6{,}28 \cdot 10^{-6}$ (с).

Запишем формулы периода колебаний и закона сохранения энергии между состояниями полной зарядки конденсатора и полного насыщения катушки в идеальном колебательном контуре:

$$\begin{cases} T = 2\pi\sqrt{LC} \\ \frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2} \end{cases} \Rightarrow I_m = \frac{TU_m}{2\pi L} = \frac{6{,}28 \cdot 10^{-6} \cdot 30}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}2 \cdot 10^{-3}} = 0{,}15 \text{ (А)}.$$

Ответ: 0,15.

35. Если изобразить схему происходящего, то выглядеть она будет так:



Запишем уравнение дифракционной решетки:

$d sin\varphi = k\boldsymbol{\lambda} \Rightarrow sin\varphi = \frac{\lambda}{d}$. Нас интересует k=*1* порядок максимума на экране.

Период решетки:

$d = \frac{l}{N} = 10^{-5}$ (м) , l - указанный в условии линейный размер решетки, на который приходится $N = 100$ штрихов.

Расстояние между максимумами будем искать как удвоенный катет прямоугольного треугольника, образованного вертикалью и лучом, попавшем в максимум первого порядка.

$$\Delta x = 2 \cdot L sin\varphi = 2L \cdot \frac{\lambda}{d} = 2 \cdot 2 \cdot \frac{450 \cdot 10^{-9}}{10^{-5}} = 0{,}18 \text{ (м)} = 18 \text{ (см)}.$$

Ответ: 18.

36. Общая энергия, которая выделится за час:

$E = E_0 \cdot N^{'}$, где E_0 - энергия распада одного ядра, а N - количество разпавшихся ядер.

По закону полураспада:

$$\begin{cases} N = N_0 \cdot 2^{-\frac{t}{T}} \\ N' = N_0 - N \end{cases} \Longrightarrow N' = N_0 \cdot (1 - 2^{-\frac{t}{T}}).$$

Начальное количество атомов (и ядер соответственно) найдем с использованием формул для количества вещества:

$$\begin{cases} \nu = \frac{m}{M} \\ \nu = \frac{N_0}{N_A} \end{cases} \Longrightarrow \frac{m}{M} = \frac{N_0}{N_A} \Longrightarrow N_0 = \frac{m \cdot N_A}{M}.$$

Все полученные выражения подставим в начальное соотношение для общей выделившейся энергии:

$$E = E_0 \cdot \frac{m \cdot N_A}{M} \cdot \left(1 - 2^{-\frac{t}{T}}\right) = 6 \cdot \frac{238 \cdot 10^{-3}}{238 \cdot 10^{-3}} \cdot 6 \cdot 10^{23} \cdot \left(1 - 2^{-\frac{2T}{T}}\right) = 27 \cdot 10^{23} \text{ (МэВ)}.$$

Т.к. в ответ требуется записать результат, поделенный на 10^{23}, то:

Ответ: 27.