

## Блиц тур. Краткие решения задач по физике.

### Задача №1

Запишем теорему об изменении кинетической энергии:

$$A_F + A_{\text{тр}} = \Delta E.$$

Далее:

$$FS \cos \alpha - F_{\text{тр}} S = \Delta E.$$

Выражая искомую величину и подставляя численные значения, получаем  $F_{\text{тр}} = 55 \text{ Н}$ .

### Задача №2

Мощность тепловых потерь определяется как  $P_1 = I^2 R$ , где  $I$  определяется как  $I = \frac{P}{U}$ .

Подставим числа:  $P_1 = \frac{P^2}{U^2} R = 2 \text{ МВт}$ .

### Задача №3

Применим закон изменения механической энергии:

$$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mgh}{2} + E_{\text{потерь}}.$$

Выражаем искомую величину и подставляем числовые значения:  $E_{\text{потерь}} = 340 \text{ Дж}$ .

### Задача №4

Воспользуемся формулой Гюйгенса и выразим искомую величину:

$$v = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} = 411 \text{ мГц}.$$

### Задача №5

Запишем проекции сил на ось, перпендикулярную нити:

$$mg \sin \alpha = ma_{\text{ц}} \cos \alpha.$$

Используя формулу для центростремительного ускорения, запишем:

$$a_{\text{ц}} = 4\pi^2 \nu^2 l \sin \alpha.$$

Подставляя данное выражение в предыдущую формулу и учитывая, что во втором случае частота в два раза больше, получаем:  $\cos \beta = \frac{\cos \alpha}{4}$ , откуда  $\beta = 77,5^\circ$ .

### Задача №6

Воспользуемся законом сохранения импульса:  $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{u}$ .

Возведём обе части уравнения в квадрат и, учитывая, что до столкновения автомобили двигались перпендикулярно друг другу, то есть  $(\vec{v}_1 \cdot \vec{v}_2) = 0$ , выразим конечную скорость автомобилей:

$$u = \frac{\sqrt{(m_1 v_1)^2 + (m_2 v_2)^2}}{m_1 + m_2} \approx 12,87 \text{ м/с}.$$

Найдем искомую величину:

$$\alpha = \frac{\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) u^2}{2}}{\frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}} = \frac{m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 - (m_1 + m_2) u^2}{m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2}.$$

Используя численные данные, окончательно получаем:  $\alpha = 49\%$ .

### Задача №7

Пусть  $v$  – скорость, с которой спринтер бежит второй участок гонки. Тогда средняя скорость на первом участке равна  $v_{\text{ср}} = \frac{v}{2} = \frac{l_1}{t_1}$ ; а  $t_2 = \frac{l_2}{v}$ . Получаем уравнение:  $\frac{2l_1}{v} + \frac{l_2}{v} = t$ .

Решив его относительно  $v$ , получим:  $v = 10 \text{ м/с}$ .

### Задача № 8

Для ускорения тела в какой-либо точке внутри туннеля запишем:

$$a = G \frac{\frac{4}{3} \pi r^3 \rho}{r^2} = \frac{4}{3} G \rho \pi r.$$

Сила пропорциональна величине отклонения от положения равновесия и является возвращающей, значит:  $\ddot{x} = -\frac{4}{3} G \rho \pi x$ , следовательно,  $\omega^2 = \frac{4}{3} G \rho \pi = \frac{g}{R}$ .

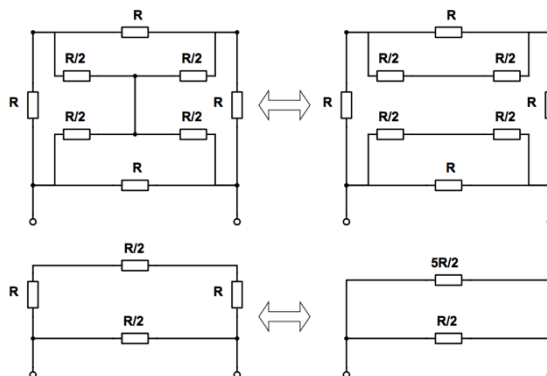
Время полёта равно половине периода колебаний:  $t = \frac{\pi}{\omega} = \pi \sqrt{\frac{R}{g}} \approx 41,9$  мин.

### Задача № 9

Схему можно перерисовать в следующем виде (см. рисунки).

Искомое сопротивление будет равно:

$$R_{\text{общ}} = \frac{5}{12} R = 5 \text{ Ом.}$$



### Задача № 10

По закону Снеллиуса при преломлении на поверхности воды:  $\sin \alpha = n \sin \beta$ , где  $\alpha$  – угол падения,  $\beta$  – угол преломления.  $\sin \beta = \frac{2}{3} \sin \alpha$ , следовательно,  $\sin \beta_{\max} = \frac{2}{3}$  – когда лучи света входят в воду практически по касательной. Радиус тени равен  $R = r + H \operatorname{tg} \beta$ .

$$R_{\max} = r + H \operatorname{tg} \beta_{\max} = r + \frac{2/3}{\sqrt{1 - 4/9}} H = r + \frac{2}{\sqrt{5}} H = 1,9 \text{ м.}$$

### Задача № 11

Запишем закон сохранения энергии, когда мяч отпускают:  $\frac{k \Delta l_1^2}{2} = mg(l + \Delta l_1)$ . Получаем квадратное уравнение и используем закон Гука:  $mg = k \Delta l$ . Находим:

$$\Delta l_1 = \Delta l + \sqrt{\Delta l(\Delta l + 2l)} = 50 \text{ см.}$$

Отсюда  $l_{\max} = l + \Delta l_1 = 125 \text{ см.}$

### Задача № 12

Запишем выражение для максимальной высоты подъёма:  $h = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$ . Подставим значения углов:  $\frac{h_1}{h_2} = 3$ .

### Задача № 13

В первом случае сила, действующая на правый шар равна:  $F = \frac{GM^2}{R^2}$ , когда вносят третий шар, сила его действия на правый шар будет в четыре раза больше. Значит, результирующая сила будет составлять:  $F_{\text{рез}} = F + 4F = 5F$ , то есть ответ – 5.

### Задача № 14

Процесс разбивается на два этапа:

1. В результате быстрой перезарядки конденсаторов и установления напряжения часть энергии будет унесена излучением (проскочит искра).

2. Энергия, запасённая в конденсаторах, при одинаковом напряжении выделится в виде теплоты на резисторе.

Начальная энергия:  $W = \frac{cu_0^2}{2}$ , воспользуемся законом сохранения заряда для нахождения установившегося напряжения на конденсаторах:  $cu_0 = cu + 3cu$ , откуда  $u = u_0/4$ .

Энергия системы сразу после перезарядки:  $W_k = \frac{cu_0^2}{8} = \frac{W}{4}$ .

Окончательный ответ: 25%.

### Задача № 15

Рассмотрим малую работу силы трения  $dA_{\text{тр}}$  при прохождении тела по малому наклонному участку  $ds$ . Пусть угол наклона к горизонту  $\alpha$ . Сила трения, как следует из второго закона Ньютона в проекции на перпендикуляр к плоскости,  $F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha$ .

Отсюда работа на рассматриваемом участке:

$$dA_{\text{тр}} = -F_{\text{тр}} \cdot ds = -\mu mg ds \cos \alpha = -\mu mg dl.$$

Здесь  $dl$  – проекция участка  $ds$  на горизонталь.

Тогда полная работа силы трения  $A_{\text{тр}} = -\mu mgl$ ; здесь  $l$  – горизонтальная составляющая перемещения.

Теперь применим закон изменения механической энергии для каждой из ситуаций:

$$mgh = \mu mg(L + s_1),$$

$$2mgh = \mu mg(L + s_2),$$

$$3mgh = \mu mg(L + s_3).$$

Здесь  $L$  – проекция каждой из горок на горизонталь. Отсюда  $s_3 = 2s_2 - s_1 = 11$  м.

### Задача № 16

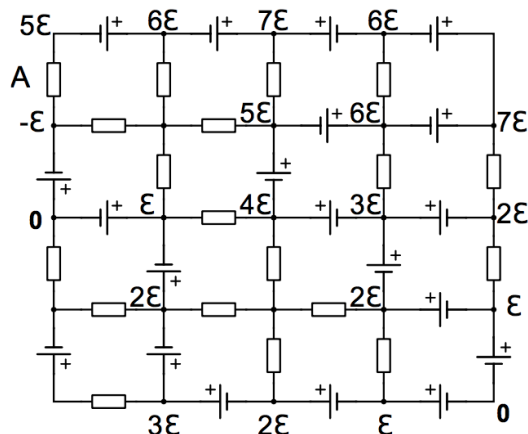
Запишем закон сохранения механической энергии:  $\frac{mv_0^2}{2} = mg \cdot 2R + \frac{mv^2}{2}$ , где  $v$  – скорость в верхней точке. В этой точке центростремительное ускорение будет равно ускорению свободного падения:  $g = \frac{v^2}{R}$ . Окончательно получим:  $v_0^2 = 5gR$ .  $v_0 = 10$  м/с.

### Задача № 17

При повороте зеркала на небольшой угол  $\Delta$  луч поворачивается на  $2\Delta$ . Если бы луч двигался по цилиндрическому экрану радиусом  $R = PQ$ , то скорость светлого пятна на нем была бы равна  $v_p = 2wR$ . Так как луч движется по плоскому экрану, то скорость пятна  $P$  равна  $v = v_p / \cos 60^\circ$ . Окончательно получаем:

$$w = \frac{v}{4R} = 1,5 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

### Задача № 18



Расставим потенциалы точек, так как показано на рисунке (для этого будем двигаться вдоль цепи от ее правого нижнего угла, последовательно «проходя» через батарейки).

Напряжение на резисторе  $A$  равно  $5E$ . Значит, искомая сила тока будет равна

$$I = \frac{6E}{R} = 6 \text{ А}.$$

### Задача № 19

Кольца будут притягиваться в двух ситуациях.

Первая – когда вектор магнитной индукции  $\vec{B}$ , созданной первым кольцом, в центре второго кольца направлен к первому, а индуцированный ток направлен так, что магнитная индукция, созданная им, сонаправлена с внешней индукцией. Этот случай соответствует  $I > 0$ ,  $\frac{dI}{dt} < 0$ .

Вторая ситуация обратна первой. Если и внешнее магнитное поле сменит своё направление, и индуцированный ток, то сила Ампера, действующая на второе кольцо, сохранит свое направление. То есть этот случай соответствует  $I < 0$ ,  $\frac{dI}{dt} > 0$ .

Таким образом, правильный ответ – участки 2 и 4.

*Примечание: В центре второго кольца магнитная индукция перпендикулярна его плоскости, но по краям кольца имеется составляющая индукции, лежащая в плоскости кольца – она и приводит к появлению силы притяжения (отталкивания).*

### Задача № 20

Изменение импульса второй тележки равно:

$$\Delta p = \int F dt = m_2 \Delta v.$$

Величина  $\int F dt = 5 \text{ Н}\cdot\text{с}$  находится как площадь под графиком. Так как до столкновения вторая тележка покоилась, то  $\Delta v = v_2$ , поэтому получаем:  $m_2 = \frac{\int F dt}{v_2} = 4 \text{ кг}$ .