Физика. 10 класс. 2 этап. Решения.

<u>**Задача 1.**</u> По определению показателя преломления $n = \frac{c}{v}$ определяем скорости волн $v_1 = \frac{c}{n_1}$ и $v_2 = \frac{c}{n_2}$. Тогда для искомой величины получаем

$$\Delta v = \frac{c}{n_1} - \frac{c}{n_2}$$

Подставляя числовые данные, получаем

$$\Delta v = \left(\frac{3 \cdot 10^8}{1{,}51} - \frac{3 \cdot 10^8}{1{,}53}\right)\frac{м}{с} = 2{,}6 \cdot 10^6 \frac{м}{с}.$$

Ответ:

$$\Delta v = \frac{c}{n_1} - \frac{c}{n_2} = 2{,}6 \cdot 10^6 \frac{м}{с}.$$

<u>**Задача 2.**</u> По условию задачи холодильник работает по циклу Карно. Поэтому количества теплоты $Q_н$ *и* Q_x, а так же абсолютные температуры радиатора $T_н$ и морозильной камеры T_x связаны соотношением:

$$\frac{Q_н - Q_x}{Q_н} = \frac{T_н - T_x}{T_н}$$

Следовательно,

$$\frac{Q_x}{Q_н} = \frac{T_x}{T_н} \qquad (1)$$

Поскольку длительность цикла холодильника существенно меньше одного часа, то можно считать, что за заданное время τ рабочее вещество совершает целое количество n циклов. Тогда

q=$n \cdot\ Q_x$, *(2)*

Рабочее вещество совершает за цикл работу А = $Q_н$ - Q_x. Следовательно, с учетом уравнений (1) и (2) за n циклов рабочее вещество совершит работу:

$$A \cdot n = (Q_н\ - Q_x) \cdot n = (\frac{T_н}{T_x} - 1) \cdot Q_x \cdot \mathrm{n} = (\frac{T_н}{T_x} - 1) \cdot \mathrm{q} \qquad (3)$$

Мотор холодильника с учетом его КПД за время τ должен потребить энергию $W = A \cdot n / \eta_м$. Отсюда с учетом (3) получаем формулу для расчета минимальной мощности:

$$N = \frac{W}{\tau} = (\frac{T_н}{T_x} - 1) \cdot \frac{q}{\eta_м \cdot \tau} = 11\ (\text{Вт}).$$

<u>**Задача 3.**</u> Введем систему отсчета: начало координат в очке броска, ось Y направлена вверх, ось X по горизонтали в сторону стенки, время отсчитывается от момента броска. Тогда запишем дальность полета и вертикальную составляющую скорости шарика:

$$\begin{cases} x(t) = V_0 \cos\alpha\ \cdot t \quad (1.1) \\ V(t) = V_0 \sin\alpha - gt\ (1.2) \end{cases}$$

В наивысшей точке траектории $V(t) = 0$, а поскольку время подъема равно времени падения, то дальность полёта S используя (1.1), можно выразить через начальную скорость и угол:

$$S = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \ (2)$$

Из формулы (2) видно, что в диапазоне углов $\left[0, \frac{\pi}{2}\right]$ данная дальность при одной и той же начально скорости достигается при двух углах. Обозначим их a и b.

$$\sin 2a = \sin 2b \ (3)$$

Равенство (3) выполняется в указанном диапазоне углов, если

$$\left[\begin{array}{l} b=a \\ b=\frac{\pi}{2}-\alpha \end{array}\right. \ (4)$$

Запишем теперь время полета в обоих случаях

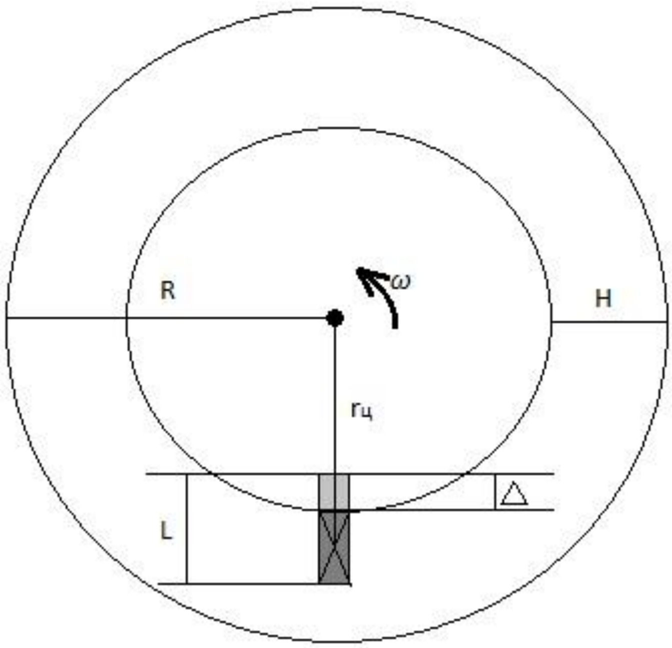
$$\left[\begin{array}{l} t_1=\frac{S}{V_0 \cos a} \\ t_2=\frac{S}{V_0 \cos b} \end{array}\right. \ (5)$$

Из (5) видно, что большему начальному углу соответствует большее время полета (максимально при вертикальном броске шарика!), следовательно, условие задачи относительно времен можно записать так:

$$\frac{t_1}{t_2} = \frac{\cos b}{\cos a} = \frac{\sin a}{\cos a} = tg\ a = n.$$

__Задача 4.__ (В решении задачи вместо k за длину верхней части палочки взято *Δ*.) В данной системе сила Архимеда является центростремительной силой:

$$F_ц = m\omega^2 r = \rho l S \omega^2 r = F_A, \qquad (1)$$



где r – расстояние элемента массы m от оси вращения; ω - угловая скорость; l - длина палочки; S - площадь основания палочки; ρ - плотность палочки.

Центр масс погружённой части палочки (и одновременно вытесненной палочки жидкости) находится от оси вращения на расстоянии:

$$r_ц = R - H + \frac{l-\Delta}{2} = \frac{1}{2}(2R - 2H + l - \Delta). \qquad (2)$$

Сила Архимеда, действующая на погружённую часть палочки длиной l - Δ, равна:

$$F_A = \rho_ж \omega^2 r_ц (l-\Delta) S\,, \qquad (3)$$

где ρж – плотность жидкости (воды), S – площадь поперечного сечения палочки. Подставив (2) в (3) получим:

$$F_A = \frac{1}{2}\rho_ж \omega^2 (l-\Delta) S (2R - 2H + l - \Delta) \qquad (4)$$

Центр масс всей палочки находится от оси вращения на расстоянии :

$$r = r_ц - \frac{\Delta}{2} = \frac{1}{2}(2R - 2H + l - 2\Delta). \qquad (5)$$

Подставив (5) в (1) получим :

$$F_A = \rho l S \omega^2 \frac{1}{2}(2R - 2H + l - 2\Delta). \qquad (6)$$

Прировняв (6) и (4) получим:

$$\frac{1}{2}\rho_ж \omega^2 (l-\Delta) S (2R - 2H + l - \Delta) = \rho l S \omega^2 \frac{1}{2}(2R - 2H + l - 2\Delta). \qquad (7)$$

Выразив отсюда ρ, получим:

$$\rho = \left(1 + \frac{\Delta}{2R - 2H - 2\Delta + l}\right)\left(1 - \frac{\Delta}{l}\right) = 875 \text{ кг/м}^3. \qquad (8)$$

<u>Задача 5.</u> Очевидно, что в силу симметрии схемы сила тока в проводнике CD равна нулю. Общее сопротивление контура $R = R_0/2$. Резистор AB потребляет мощность 1 Вт, полная потребляемая мощность P = 2 Вт.