

Задача 4.

Даны:

$$Q = \lambda m \quad Q = cm \Delta t \quad Q = Lm \quad Q = qm\eta \quad (\eta - \text{КПД}) \quad m = \rho V \quad V = \frac{m}{\rho}$$

Решение:

$$1 \text{ л воды } \rho_{\text{в}} \text{ в кастрюле: } 1 \text{ л} \cdot 1000 \text{ кг/м}^3 = 1 \text{ кг}$$

По условию вода хорошо перемешивалась, значит, поскольку в кастрюле находимся в начале и лёд, и вода, температура в ней составила $t_0 = 0^\circ\text{C}$.

На плавление льда понадобится $Q_1 = \lambda m_{\text{л}} \text{ тепла}$, т.к. его температура плавления сост. 0°C .

$$Q_1 = \lambda m_{\text{л}} = 3,4 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 1 \text{ кг} = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

В кастрюле оказалось $1+1=2 \text{ кг}$ воды, это сост. 2 л, что меньше объема кастрюли, так что вода не выливается.

Посчитаем выделяющуюся энергию при сгорании дров, которая полностью пошла на ^{увеличение внутренней энергии} нагрев содержимого кастрюли. По условию это $\eta = 0,5$ всей энергии.

$$Q_{\text{др}} = qm\eta = 10 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot 0,5 \text{ кг} \cdot 0,5 = 2,5 \cdot 10^6 \text{ Дж} > Q_1 = 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

Тогда весь лёд растаял, и на нагрев воды массой $m_0 = 2 \text{ кг}$ с $t_0 = 0^\circ\text{C}$ осталось $Q_{\text{др}} - Q_1 \text{ Дж}$ тепла. Допустим, вода не выкипит.

По формуле $Q = cm\Delta t = cm(t_2 - t_1)$ найдём до какой температуры нагреется вода. (c — удельная теплоёмкость воды, t_1 — исходная температура)

$$Q_{\text{др}} - Q_1 = c m_0 (t_1 - t_0)$$

$$t_1 = \frac{Q_{\text{др}} - Q_1}{cm_0} + t_0 = \frac{2,5 \cdot 10^6 \text{ Дж} - 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 2 \text{ кг}} + 0^\circ\text{C} \approx 257,1^\circ\text{C},$$

из чего делаем вывод — вода была доведена до температуры кипения и часть выкипела. (наше предположение неверно)

Температура кипения воды 100°C , для нагрева от 0°C до 100°C 2 кг воды нужно $Q_2 = cm_0(t_{\text{кип}} - t_0) = 4200 \cdot 2 \cdot (100 - 0) \text{ Дж} =$
 $= 8,4 \cdot 10^5 \text{ Дж},$
 где $t_{\text{кип}}$ — темп. кипения воды.

Тогда на испарение воды останется $Q_3 = Q_{\text{др}} - Q_1 - Q_2 =$
 $= 2,5 \cdot 10^6 \text{ Дж} - 3,4 \cdot 10^5 \text{ Дж} - 8,4 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 1,32 \cdot 10^6 \text{ Дж}$

Найдём массу испарившейся воды $m_{\text{исп}}$ по формуле $Q = Lm$

$$m_{\text{исп}} = \frac{Q_3}{L} = \frac{1,32 \cdot 10^6 \text{ Дж}}{2,3 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \approx 0,574 \text{ кг}, \text{ тогда в кастрюле}$$

останется $m_0 - m_{\text{исп}} = 2 - 0,574 = 1,426 \text{ кг}$ воды температуры.

(2)

По условию плотность при такой температуре составляет $\rho_{100} = 960 \text{ кг/м}^3$, тогда объём воды после сгорания дров по ф-ле $V = \frac{m}{\rho}$ составит

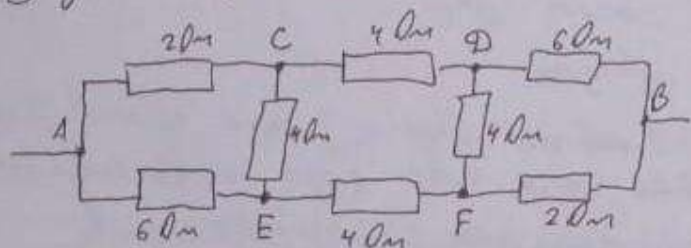
$$V_{100} = \frac{m_0 - m_{\text{исп}}}{\rho_{100}} = \frac{1,426 \text{ кг}}{960 \text{ кг/м}^3} \approx 1,486 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 = 1,486 \text{ л} = 1,486 \text{ дм}^3$$

По формуле $V = hS$ найдём искомую высоту воды после сгорания дров, пусть h - искомый уровень, S - площадь дна.

$$h = \frac{V_{100}}{S} = \frac{1,486 \text{ дм}^3}{200 \text{ см}^2} = \frac{1,486 \text{ дм}^3}{2 \text{ дм}^2} \approx 0,743 \text{ дм} \approx 7,4 \text{ см}$$

Ответ: 7,4 см
(в см 0,074 м)

Задача 5.



На рисунке я обозначил буквами некоторые точки, далее R_{AC} - сопротивление между точками A и C, R_{BF} - между B и F и т.д.

При параллельном соединении
 $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

При последовательном
 $R_0 = R_1 + R_2$

При параллельном соединении
 $R_0 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

$$R_{AC} = \frac{2 \cdot (4+6)}{2+(4+6)} \text{ Ом} = \frac{20}{12} = \frac{5}{3} \text{ Ом}$$

$$R_{AE} = \frac{(2+4) \cdot 6}{(2+4)+6} = 3 \text{ Ом}$$

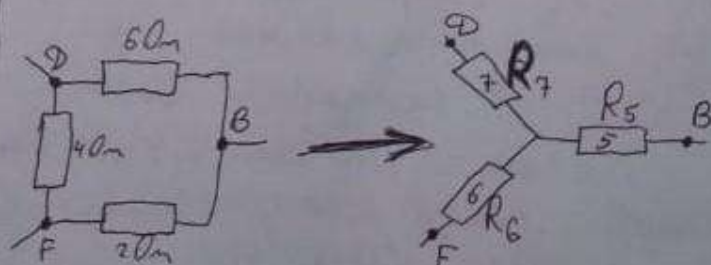
$$R_{CE} = \frac{4 \cdot (2+6)}{(2+6)+4} = \frac{8}{3} \text{ Ом}$$

$$R_{BD} = \frac{6 \cdot (4+2)}{6+4+2} = 3 \text{ Ом}$$

$$R_{BF} = \frac{2 \cdot (4+6)}{2+4+6} = \frac{5}{3} \text{ Ом}$$

$$R_{DF} = \frac{4 \cdot (6+2)}{4+6+2} = \frac{8}{3} \text{ Ом}$$

сопротивления для построения эквивалентной цепи с использованием приёма "звезда" (не настоящие сопротивления между точками)



сопротивления R_1, R_2, R_3 и т.д. на рисунках

P.S. (не спрашивайте, куда делась R_4)
я забыл, что после 3 идет 4 :)

Норейц И169

(3)

$$\begin{cases} R_{AC} = R_1 + R_2 = \frac{5}{3} \Omega \\ R_{AE} = R_1 + R_3 = 3 \Omega \\ R_{CE} = R_2 + R_3 = \frac{8}{3} \Omega \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_{BD} = R_5 + R_7 = 3 \Omega \\ R_{BF} = R_5 + R_6 = \frac{5}{3} \Omega \\ R_{DF} = R_6 + R_7 = \frac{8}{3} \Omega \end{cases}$$

Решим систему уравнений

$$R_1 = 3 - R_3 \text{ из II уравн.}$$

$$R_2 = \frac{8}{3} - R_3 \text{ из III уравн.}$$

$$R_1 + R_2 = 3 - R_3 + \frac{8}{3} - R_3 = \frac{5}{3}$$

$$4 = 2R_3$$

$$R_3 = 2$$

$$R_1 = 3 - 2 = 1$$

$$R_2 = \frac{8}{3} - 2 = \frac{2}{3}$$

$$R_7 = 3 - R_5 \text{ из I уравн.}$$

~~$$R_6 = \frac{8}{3} - R_5$$~~

$$R_6 = \frac{5}{3} - R_5 \text{ из II уравн.}$$

$$R_6 + R_7 = 3 - R_5 + \frac{5}{3} - R_5 = \frac{8}{3}$$

$$2 = 2R_5$$

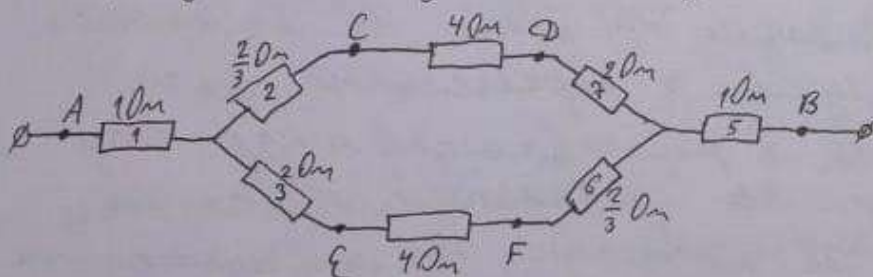
$$R_5 = 1$$

$$R_7 = 3 - 1 = 2$$

$$R_6 = \frac{5}{3} - 1 = \frac{2}{3}$$

$$R_1 = 1 \Omega; R_2 = \frac{2}{3} \Omega; R_3 = 2 \Omega; R_5 = 1 \Omega; R_6 = \frac{2}{3} \Omega; R_7 = 2 \Omega$$

Нарисуем новую схему, эквивалентную данной.



Найдем общее сопротивление:

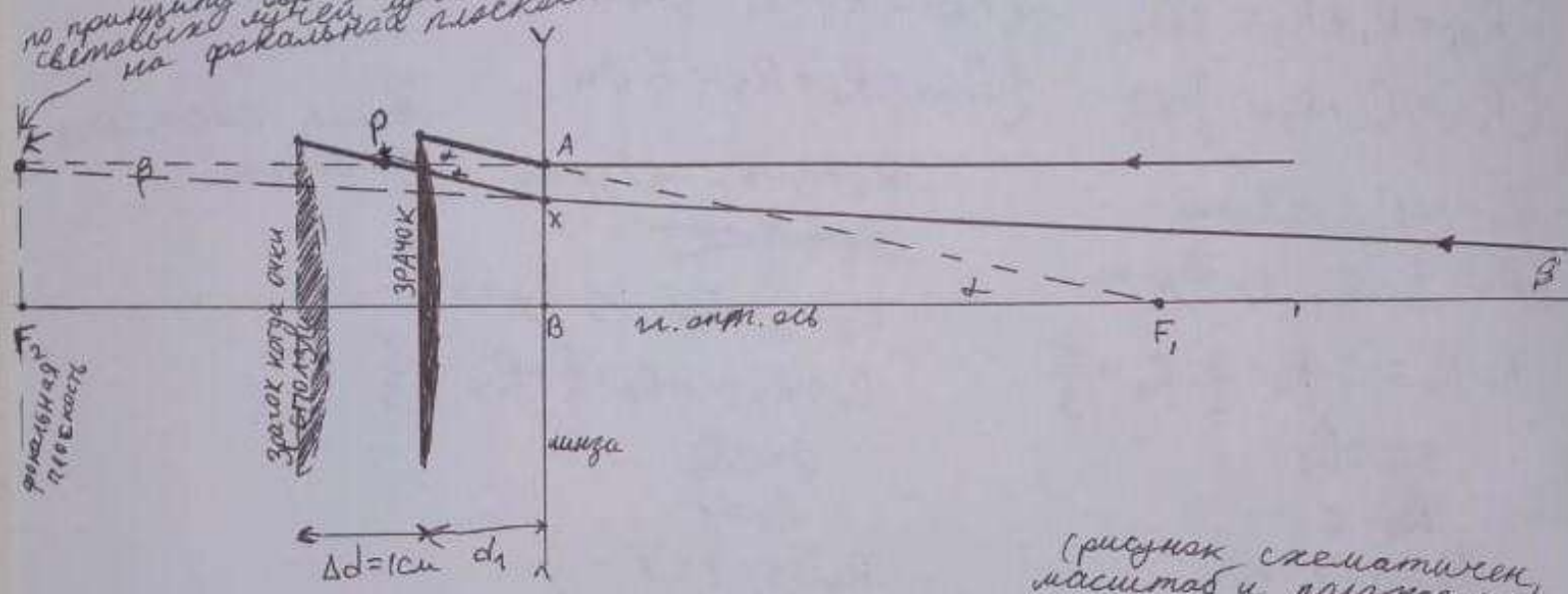
$$R_0 = R_1 + R_5 + \frac{(R_2 + 4 \Omega + R_7)(R_3 + 4 \Omega + R_6)}{R_3 + 4 \Omega + R_6 + R_2 + 4 \Omega + R_7} = 1 + 1 + \frac{(\frac{2}{3} + 4 + 2)(2 + 4 + \frac{2}{3})}{2 + 4 + \frac{2}{3} + \frac{2}{3} + 4 + 2} =$$

$$= 2 + \frac{(\frac{20}{3})^2}{13\frac{1}{3}} = \frac{\frac{400}{9}}{\frac{40}{3}} + 2 = \frac{400 \cdot 3}{40 \cdot 9} + 2 = 5\frac{1}{3} (\Omega)$$

Ответ: $5\frac{1}{3} \Omega$.

Задача 6

по принципу обратимости световых лучей, если они были параллельны на фокальной плоскости, они собираются в одной точке на другой фокальной плоскости



(рисунок схематический, масштаб и положение фокусов неточны)

Человек близорукий \Rightarrow линза рассеивающая

$$\frac{1}{F} = 0 \quad - \frac{1}{F} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f}, \text{ т.к. линза рассеивающая}$$

$$F = \frac{1}{D} = \frac{1}{-5 \text{ дптр}} = -0,2 \text{ м} = -20 \text{ см}$$

После того как очки сползли на $\Delta d = 1 \text{ см}$, не изменившись угол преломления глазом лучей, а параллельные лучи (вернее, их продолжения в рассеивающей линзе) собираются в одной точке на фокальной плоскости. А автобус человек увидит на расстоянии, где луч пересекает главную оптическую ось.

~~Пусть изначально от глаза до линзы было d_1 см, тогда как как человек должен в очках видеть в бесконечность, то $F = \infty$. Подставим в формулу, найдем d_1 .~~

~~$$\frac{1}{F} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{F} \quad \frac{1}{d_1} = \frac{1}{F} - \frac{1}{F} \quad d_1 = \frac{F}{F - F} = \frac{\infty \cdot (-20)}{-20 - \infty} = \frac{-20 \cdot \infty}{-\infty} = 20 \text{ см}$$~~

Пусть точка пересечения м. опт. осей и продолжения луча (справа от линзы на рисунке) - точка D. Также на рисунке точки A, B, P, X, и K. Угол β - угол между м. опт. осью и преломленным лучом, накрест лежащий с ним $\angle AKX$ тоже β .

Угол \angle на рисунке отмечен трижды, также из соотношения равенства углов. $\angle APX = \angle$, $AP = \Delta d$ как сдвиг линзы (когда очки сползли)

$$\text{т.к. отрезок фокальной плоскости равен } [AB]$$

