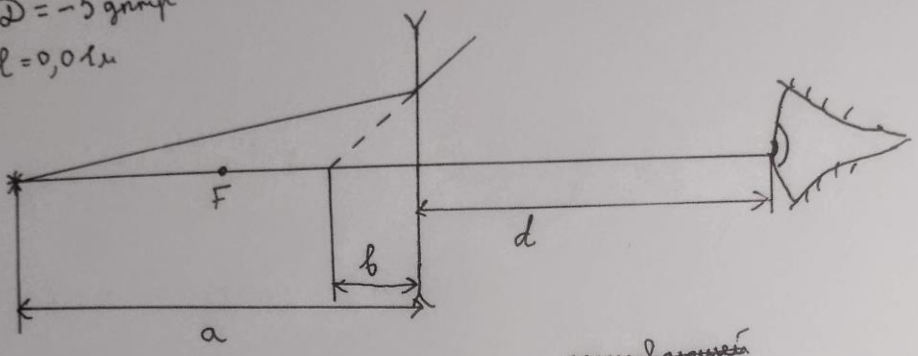
Задача 6.

Близорукий человек носит очки с рассеивающими линзами.

$D = -5$ дптр

$\ell = 0{,}01$ м



В соответствии с формулой тонкой ~~рассеивающей~~ линзы:

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$$, где a - расстояние от линзы до предмета, $(a \leq \infty)$

b - расстояние от линзы до изображения $(b < 0)$.

$F < 0$.

Так как $\frac{1}{a} \geq 0$, то

$\frac{1}{b} = \frac{1}{F} - \frac{1}{a} \leq \frac{1}{F}$, откуда $b \geq F$ и следовательно $|b| \leq |F|$

Таким образом, человек видит чётко, если $d + a \leq |F| + d$, где

d - расстояние от глаза до очков. То есть $a \leq |F|$

Для того, чтобы человек продолжал чётко видеть, после того, как очки сползут на расстояние ℓ, необходимо чтобы по-прежнему,

$a \leq |F|$, и $a \leq |F| - \ell$.

Таким образом, $|b| \leq |F| - \ell$, откуда $b \geq F + \ell$ и $\frac{1}{b} \leq \frac{1}{F+\ell}$.

Тогда

$$\frac{1}{a} = \frac{1}{F} - \frac{1}{b} \geq \frac{1}{F} - \frac{1}{F+\ell} = \frac{\ell}{F(F+\ell)}$$

Откуда

$$a \leq \frac{F(F+\ell)}{\ell} = \frac{1+\ell D}{\ell D^2}$$

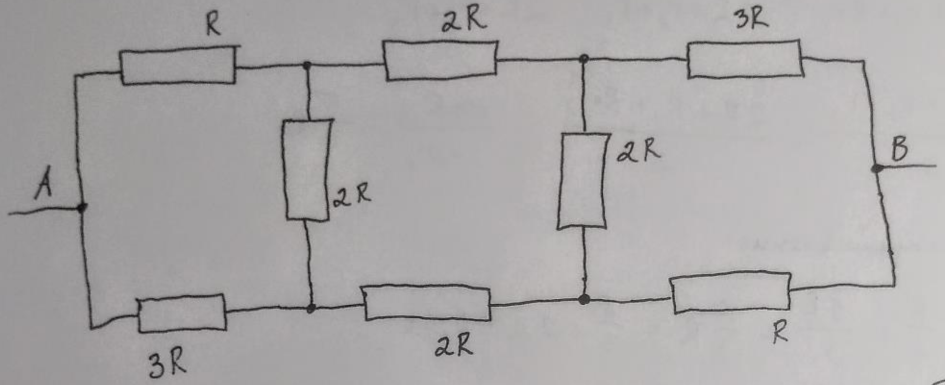
Макс. расстояние:

$$a = \frac{1 + (-5) \times 0{,}01}{0{,}01 \times 25} = 3{,}8 \text{ м}$$

Ответ: 3,8 м

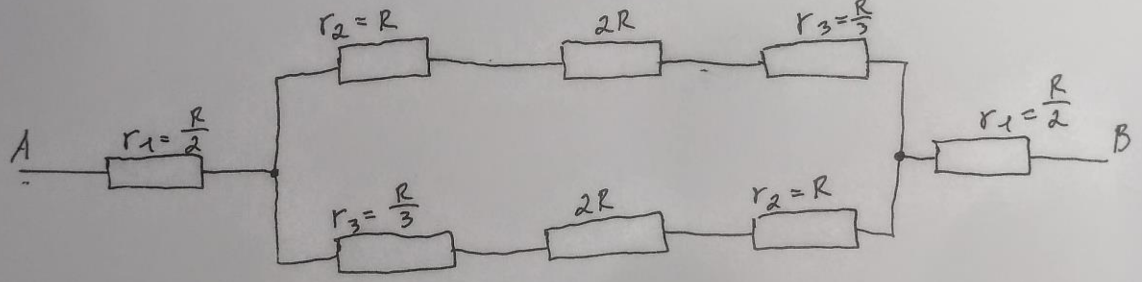
Задача 5.

Пусть $R = 2\Omega$. Тогда схему можно перерисовать в виде:



Если мы будем вытягивать точки A и B, то будет получаться два треугольника. А треугольники эти мы можем заменить звездой, воспользовавшись преобразованием „треугольник – звезда".

Перерисуем схему.



Рассчитаем сопротивления r_1, r_2, r_3.

$$r_1 = \frac{3R \times R}{3R + 2R + R} = \frac{3R}{6} = \frac{R}{2}$$

$$r_2 = \frac{3R \times 2R}{6R} = R$$

$$r_3 = \frac{2R \times R}{6R} = \frac{R}{3}$$

Для правой ~~треугольника~~ звезды значения такие же, только r_2 и r_3 необходимо поменять местами (в силу того, что и в треугольнике значения сопротивлений были такие же, только два резистора поменяны местами)

Эквивалентное сопротивление для паралельно соединённого участка:

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{2R+r_2+r_3} + \frac{1}{2R+r_2+r_3} = \frac{2}{2R+r_2+r_3}$$

$$R_1 = \frac{2R+r_2+r_3}{2} = \frac{2R+R+R\times\frac{1}{3}}{2} = \frac{\cancel{10}^{\,5}R}{3\times\cancel{2}_{\,1}} = \frac{5}{3}R$$

Общее сопротивление:

$$R_0 = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} + \frac{5R}{3} = \frac{8}{3}R = \frac{8}{3}\times 2\,\Omega \approx 5{,}3\,\Omega$$

Ответ: 5,3 Ом

Задача 4.

$V = 3л = 3\times10^{-3}\,м^3$, $m_л = 1\,кг$, $m_в = 1\,кг$, $m_д = 0{,}5\,кг$, $S = 200\,см^2 = 2\times10^{-2}\,м^2$, $\eta = 0{,}5$, $t_0 = 0^\circ C$

Энергия, выд. после сжигания дров:

$$Q = q m_д = 10\times10^6\,\frac{Дж}{кг}\times 0{,}5\,кг = 5\times10^6\,Дж$$

Кол-во теплоты на плавление льда:

$$Q_1 = Q_{плавл} = \lambda m_л = 3{,}4\times10^5\,\frac{Дж}{кг}\times 1\,кг = 3{,}4\times10^5\,Дж$$

Посмотрим, хватит ли ηQ на нагревание воды в кастрюле до $100^\circ C$. Вода имеет температуру $0^\circ C$, так как изначально находилось со льдом, а массы воды и льда одинаковы.

$$Q_2 = Q_{нагр} = c_в(m_л+m_в)(t_{100}-t_0) = 4200\,\frac{Дж}{кг^\circ C}\times 2\,кг\times 100^\circ C = 8{,}4\times10^5\,Дж$$

Видим, что $Q_1+Q_2 < \eta Q$, а значит часть воды выкипела.

Найдём массу пара.

Оставшаяся энергия:

$$Q_3 = 0,5Q - Q_1 - Q_2 = 25\times10^5 - 3,4\times10^5 - 8,4\times10^5 = 1,32\times10^6 \text{ Дж}$$

$$Q_3 = L_в m_п$$

$$m_п = \frac{Q_3}{L_в} = \frac{1,32\times10^6 \text{ Дж}}{2,3\times10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}} \approx 0,57 \text{ кг}$$

Оставшаяся масса воды:

$$m = m_л + m_в - m_п = 1 + \cancel{2}\,1 - 0,57 = 1,43 \text{ кг} = 1430 \text{ г}$$

Объём воды при 100°C:

$$V_0 = \frac{m}{\rho_{100}} = \frac{1430 \text{ г}}{0,96 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} \approx \cancel{1430}\ 1490 \text{ см}^3$$

Уровень жидкости в кастрюле:

$$h = \frac{V_0}{S} = \frac{1490 \text{ см}^3}{200 \text{ см}^2} = 7,45 \text{ см}$$

Примечание: в процессе таяния льда вода из кастрюли не выливалась, так как объём жидкости не превышал 2 л.

Ответ: 7,45 см