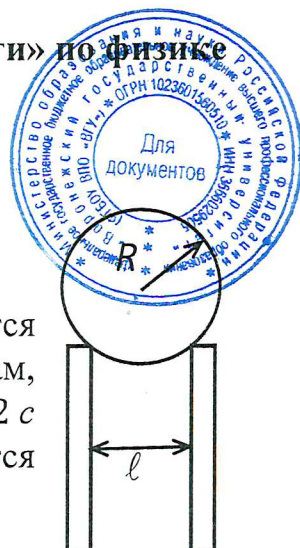


Олимпиада школьников
«Звезда – Таланты на службе обороны и безопасности» по физике
2014/2015уч.г.
10 класс



Вариант №1.

Задание 1 (20 баллов). Шарик радиуса $R = 3 \text{ см}$ катится равномерно без скольжения по двум параллельным рейкам, расстояние между которыми $l = 4 \text{ см}$, и за время $t = 2 \text{ с}$ проходит путь $S = 1,2 \text{ м}$. С какой скоростью v движется верхняя точка шарика?



Задание 2 (25 баллов). N одинаковых металлических шариков радиуса R соединили равными проводящими отрезками в цепочку, причем длина каждого отрезка соединительного провода l намного больше величины радиуса шарика R . Затем полученная конструкция была помещена в однородное электрическое поле известной напряженности E . Шарики располагаются на одной линии, параллельной вектору напряженности. Какие по величине заряды индуцируются на крайних в цепочке шариках.

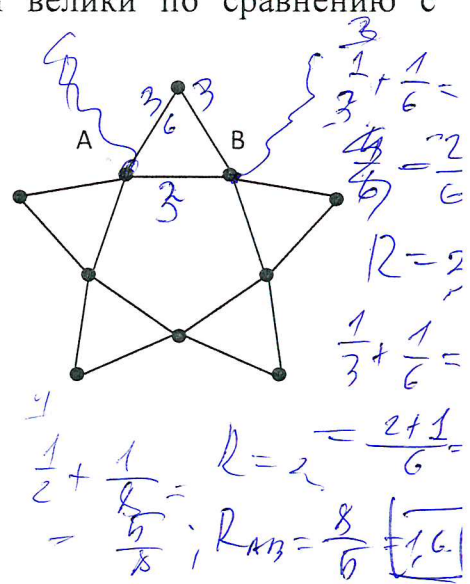
Задание 3 (15 баллов). В сообщающиеся сосуды налита ртуть, а поверх нее в один сосуд налит столб масла высотой $h_1 = 50 \text{ см}$, в другой – столб керосина высотой $h_2 = 18 \text{ см}$. Определить разность h уровней ртути в обоих сосудах.

(Плотность ртути $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, масла - $\rho_1 = 0,9 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, керосина - $\rho_2 = 0,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$.)



Задание 4 (20 баллов). Горизонтальные пластины плоского конденсатора присоединены к батарее с постоянной ЭДС. Между пластинами находится в состоянии покоя заряженный шарик массой m . Если расстояние между пластинами увеличить на 10 %, то, как при этом будет двигаться шарик? Чему равно ускорение этого движения? Размеры пластин велики по сравнению с расстоянием между ними!

Задание 5 (20 баллов). Из одинаковых отрезков металлической проволоки собрали пятиконечную звезду, изображенную на рисунке. Сопротивление каждого отрезка равно 3 Ом . Определите сопротивление данной фигуры, между точками A и B .

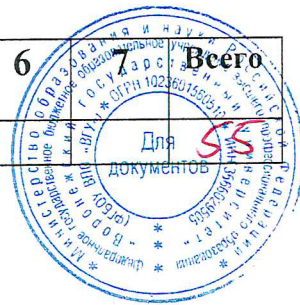




Олимпиада школьников
**Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности**

Шифр 36-10-07

Задание	1	2	3	4	5	6	7	Всего
Баллы	20	0	15	0	20			55



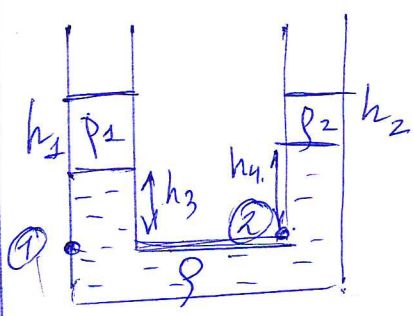
числовик



№3
 Дано:
 $h_1 = 50 \text{ см}$
 $h_2 = 18 \text{ см}$
 $\rho = 13,6 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $\rho_1 = 0,9 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $\rho_2 = 0,8 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

см
 0,5 м
 0,18 м

Решение.



$|\Delta h| = ?$

$$p_1 = p_2$$

$$p_1 = \rho_1 g h_1 + \rho g h_3$$

$$p_2 = \rho_2 g h_2 + \rho g h_4$$

$$\rho_1 g h_1 + \rho g h_3 = \rho_2 g h_2 + \rho g h_4$$

$$\rho g (h_3 - h_4) = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1$$

$$h_3 - h_4 = \Delta h$$

$$\Delta h = \frac{\rho_2 h_2 - \rho_1 h_1}{\rho}$$

$$[\Delta h] = \left[\frac{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^3}{\text{кг}} \right] = [\text{м}]$$

$$\Delta h = \frac{0,8 \cdot 10^3 \cdot 0,18 - 0,9 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{13,6 \cdot 10^3} = \frac{0,8 \cdot 0,18 - 0,9 \cdot 0,5}{13,6} = \frac{0,144 - 0,45}{13,6} = \frac{-0,306}{13,6}$$

~~$\Delta h = \frac{-0,306}{13,6} = -2,2 \cdot 10^{-2} \text{ м} = -2,2 \text{ см}$~~
 ~~$|\Delta h| = 2,2 \text{ см}$~~

$$= \frac{0,9 (0,8 \cdot 0,18 - 0,5)}{13,6} = \frac{0,9 \cdot 0,306}{13,6} = \frac{0,2754}{13,6}$$

$$= \frac{30}{13,6} \cdot 10^{-2} = 2,2 \cdot 10^{-2} = 2,2 \text{ см}$$

$$|\Delta h| = 2,2 \cdot 10^{-2} = 2,2 \text{ см}$$

ответ: 2,2 см

N1

Дано:

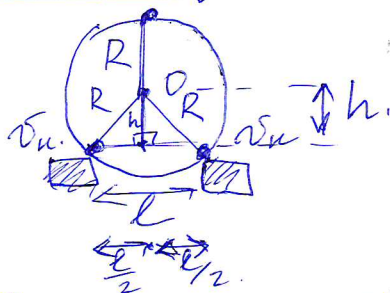
$R = 3 \text{ м}$

$L = 4 \text{ м}$

$t = 2 \text{ с}$

$g = 1,2 \text{ м}$

$v = ?$



М.п. шарик движется равномерно, $a = 0$, $s = vt \Rightarrow$

$v_n = \frac{s}{t}$ - скорость точки шарика, соприкасающейся с рельсом.

$$\frac{v_n}{h} = \frac{v}{h+R}; \quad h = \sqrt{R^2 - \frac{L^2}{4}}$$

$$v = \frac{v_n(h+R)}{h} = \frac{s(h+R)}{t \cdot h} = \frac{s(\sqrt{R^2 - \frac{L^2}{4}} + R)}{t \cdot \sqrt{R^2 - \frac{L^2}{4}}}$$

$$[v] = \left[\frac{\text{м} \cdot \text{с}^{-1}}{\text{с} \cdot \text{м}} \right] = \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right]$$

$$v = \frac{1,2(\sqrt{9-4} + 3)}{2 \cdot \sqrt{9-4}} = \frac{1,2(\sqrt{5} + 3)}{2 \cdot \sqrt{5}} = \frac{1,2(2,2+3)}{2 \cdot 2,2} =$$

$$= \frac{1,2 \cdot 5,2}{4,4} = \frac{12 \cdot 5,2}{44} = \frac{6 \cdot 5,2}{22} = \frac{3 \cdot 5,2}{11} \approx 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

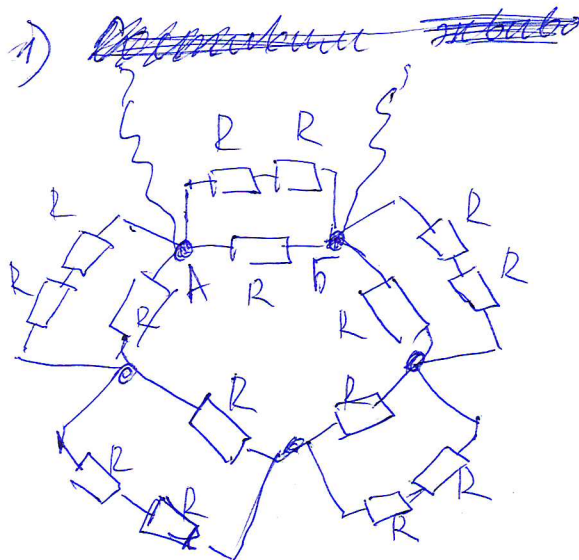
Ответ: $v = 1,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$



№5
Дано:

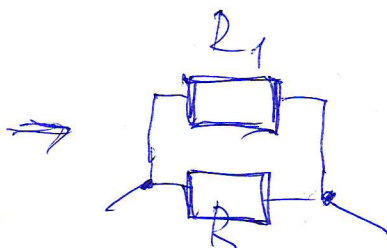
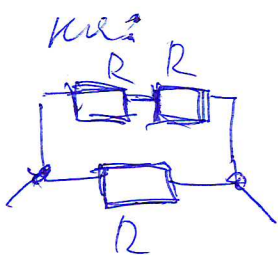
$$R = 30 \Omega$$

$R_{AB} = ?$



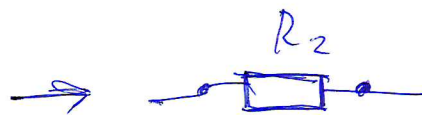
цепь состоит из 5 одинаковых узлов

составим эквивалентную схему одного узла



$$R_1 = 2R$$

$$R_1 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ (Ом)}$$

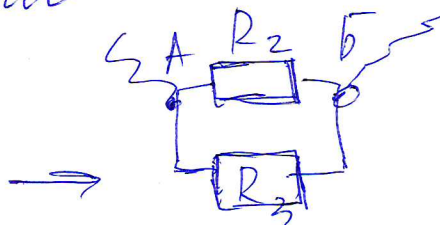
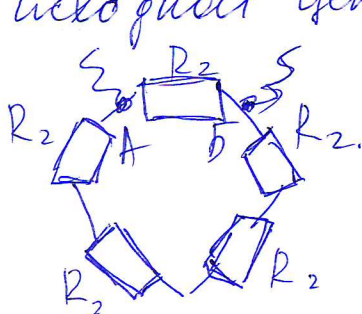


$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$R_2 = 2 \text{ (Ом)}$$

теперь составим эквивалентную схему для исходной цепи



$$R_3 = 4R_2$$

$$R_3 = 4 \cdot 2 = 8 \text{ Ом}$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{5}{8}$$

$$R_{AB} = \frac{8}{5} = 1,6 \text{ (Ом)}$$

Ответ: $R_{AB} = 1,6 \text{ Ом}$

используем

$N \geq 2$

E

Дано:

$N \geq R, l,$

E



$$E = \frac{F_n}{q}$$

$$F_n = \frac{k q_1 \cdot q_2}{(R+l)} = \frac{k q^2}{(R+l)^2}$$

$$E = \frac{k q^2}{(R+l)^2 \cdot q} = \frac{k q}{(R+l)^2}; k - \text{const.}$$

$$q = \frac{E(R+l)^2}{k}$$

Вдоль цепи все равно распределено \Rightarrow

~~мы не знаем, как распределены заряды~~
 2 заряда на крайних шарах
 будут больше зарядов на
 ост. шарах; $q_m = \text{заряд}$ ~~ост.~~
 $q = (N-2) q_m + 2 \cdot 2 q_m = (N+2) q_m$
 $= N q_m + 2 q_m = (N+2) q_m$

~~Дано:~~
 ~~$q = \text{const}$~~
 ~~m~~
 ~~$l_1 = l_2 = l$~~
 ~~$l > l$~~
 ~~$k = ?$~~

$$q_m = \frac{q}{N+2} - \text{заряд на всех шарах кроме крайних}$$

заряд на крайних шарах:

$$q_1 = q_N = 2 q_m = \frac{2q}{N+2}$$

$$q_1 = q_N = \frac{2E(R+l)^2}{k(N+2)}$$

Ответ: $q_1 = q_N = \frac{2E(R+l)^2}{k(N+2)}$

№4
 Дано:

 $U = \text{const}$
 m
 $l_2 = 1,1 l_1$
 $l > l$

 $a = ?$

$F = mv$

$F = b \gamma l$

$E = \frac{I^2}{lc}$; ~~_____~~

$c = \frac{q}{u}$

~~_____~~; ~~_____~~



через ток

$B =$

$$F = B q l$$

$$E = \frac{q^2}{\epsilon \epsilon_0} \leftarrow E q \sqrt{\epsilon \epsilon_0}$$

$$\frac{m v^2}{R} = B q l.$$

$$C = \frac{q}{U}; q = CU.$$

$$F = BCU L$$

$$m a = BCU L; C = \frac{U}{d}.$$

$$a = \frac{BCU L}{m, q}.$$

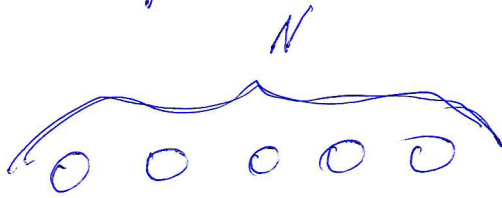
$$E = \frac{k q^2}{R^2 g};$$

$$q =$$



$$E = \frac{F}{q}$$

Черновик



\textcircled{E}

$$C = \frac{q}{U}$$

Вектор напря!

\textcircled{C}

-конденсатор

$$E = \frac{q^2}{LC}$$

$$m C = \frac{U d}{d}$$

$$F = m \frac{v^2}{R}$$

$U = \text{const}$

д. между пласт.

$$C = \frac{q}{U}$$

$$E = \frac{F_u}{q_0}$$

$$F_u = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$

$$k = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0} = 9$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$E = \frac{q^2 U}{L C} = \frac{q U}{L C}$$

$$E = \frac{q^2}{L C}$$

$$\frac{q^2}{L C} = \frac{m v^2}{R}$$

$$F_u = q E = R = \frac{m v^2}{R} = \frac{q U}{L C}$$

$$E = \frac{F_u}{q_0}$$

$$E =$$

$$= \frac{q U}{d}$$

$$\frac{q^2}{L C} = \frac{m v^2}{R}$$

$$F_u = q E = \frac{q U}{d}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$\frac{q^2}{L C}$$

$$E = \frac{U}{d}$$

$$\frac{q^2}{L C} = \textcircled{0}$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2}$$

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$$

$$\frac{k q_1 q_2}{r^2} = q$$

\textcircled{E}

$$F = \frac{E q}{r}$$

$$\frac{1}{q}$$

$$U = E d$$

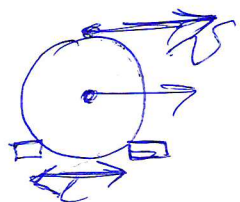
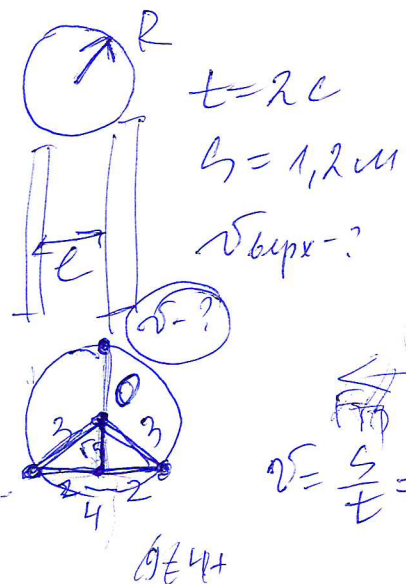
$$\frac{k q_1 q_2}{r^2} = E q$$

$$U =$$

02-92



Чертовик
227



$$v = \frac{S}{t} = \boxed{0,6 \frac{m}{c}}$$

$$\begin{array}{r} 2,2 \\ \times 4 \\ \hline 8,8 \\ 2,2 \\ \hline 8,8 \end{array}$$

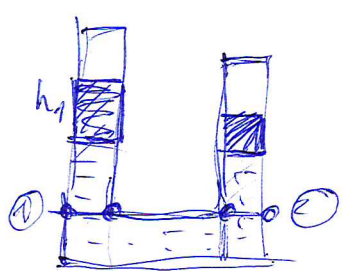
$1 m = 100 cm$

$$\frac{0,6}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{6}}{2,2}$$

$$\sqrt{6} = \frac{1,8}{\sqrt{5}} = \frac{1,8}{2,2} = \frac{18}{22} = \frac{9}{11}$$

$$\begin{array}{r} 2,2 \\ \times 2,2 \\ \hline 4,4 \\ 44 \\ \hline 4,84 \end{array}$$

$$\frac{0,6}{\sqrt{5}} = \frac{\sqrt{6}}{2,2}; \quad \sqrt{6} = \frac{0,6(3+\sqrt{5})}{\sqrt{5}} = \frac{0,6(3+2,2)}{2,2} = \frac{6 \cdot 5,2}{22} = \frac{31,2}{22} = \boxed{1,4} \frac{m}{c}$$



$$\rho_k g h_1 = \rho g h_2$$

$$\frac{31,2}{22} = \frac{1,4 \cdot 22}{22}$$

①: $p = \rho_k g h_1 + \rho_{pm} g h_{pm1}$

②: $p = \rho_k g h_2 + \rho_{pm} g h_{pm2}$

$$\rho_k g h_1 + \rho_{pm} g h_{pm1} = \rho_k g h_2 + \rho_{pm} g h_{pm2}$$

$$\rho_{pm} g (h_{pm1} - h_{pm2}) = \rho_k g h_2 - \rho_k g h_1$$

$$\Delta h = \frac{\rho_k h_2 - \rho_k h_1}{\rho_{pm}}$$



$$\begin{array}{r} 13,6 \\ \times 7,2 \\ \hline 952 \\ 408 \\ \hline 99,28 \end{array}$$

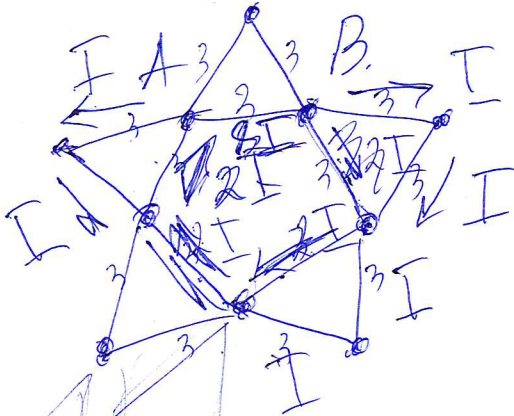
$$\begin{array}{r} 100,64 \\ \times 11 \\ \hline 1107,24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 99,13,6 \\ \times 4,4 \\ \hline 436,176 \end{array}$$

$$R_1 = 30 \Omega$$

$$R_{AB} = ?$$

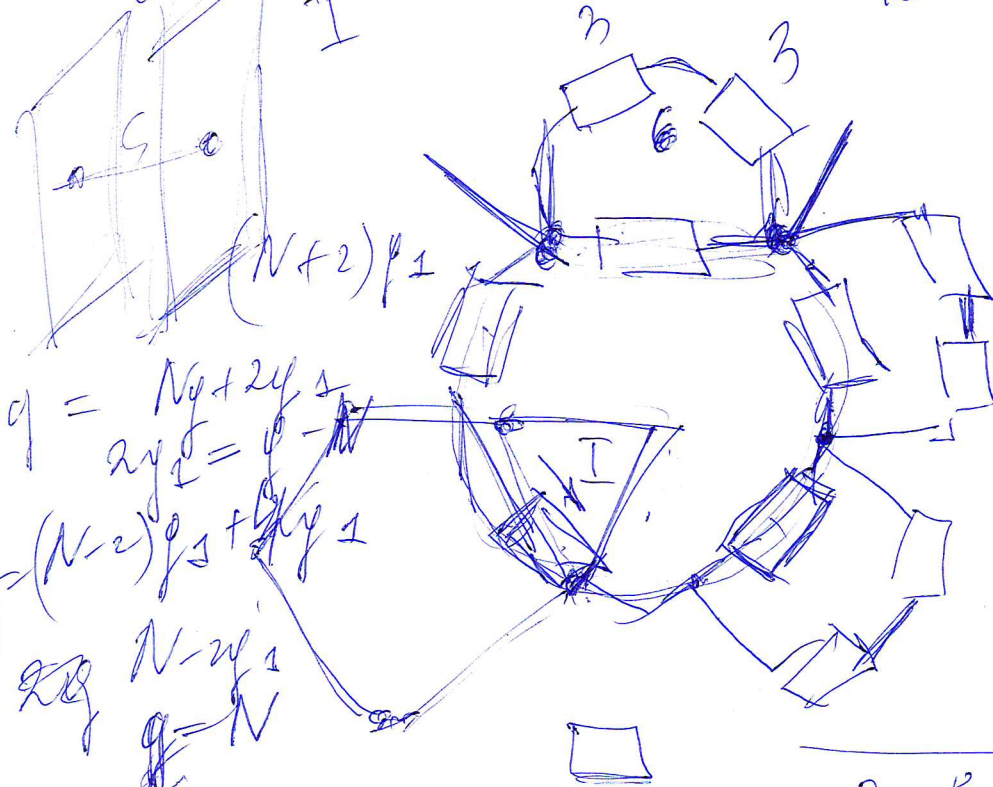
$$R_n = \frac{k q_1^2}{R^2}$$



$$q = I t$$

$$E_n = \frac{k q_1^2}{R^2 R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} = \frac{1}{2}$$

$$R = 2$$



$$I = \frac{q}{t}$$

$$q = I t$$

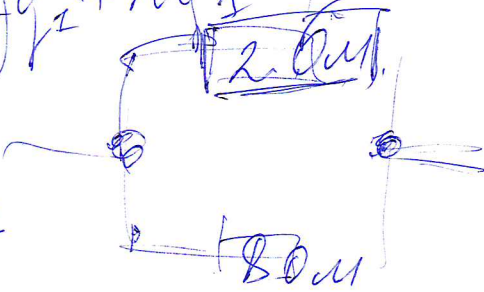
$$q = N q_1 + 2 q_2$$

$$q = (N-2) q_1 + 2 q_2$$

$$2 q_2 = N - q_1$$

$$q = N$$

$$(N-2) q_2 + 2 q_2 = q$$



$$R = \frac{V}{I}$$

$$E = I R$$

$$\frac{q}{N+2}$$

$$\frac{2 q_2}{N+2}$$

$$\frac{2(I t)}{N+2}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{4+1}{8} = \frac{5}{8}$$

$$R = \frac{8}{5} = 1,6$$

