

Часть 1

Олимпиада: **Физика, 10 класс (1 часть)**

Шифр: **21205079**

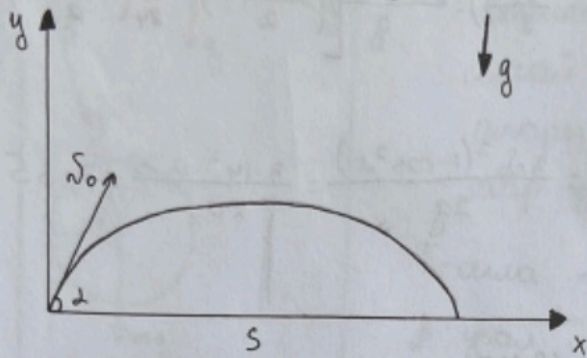
ID профиля: **269791**

Вариант 3

Чистовик

Часть 1
Вариант 10-03.

Задача 1.



$$\alpha = 60^\circ$$

$$S = 17 \text{ м}$$

Спроецируем движение камня на ось X.

$$\textcircled{1} v_0 \cos \alpha t = S$$

и

Спроецируем движение камня на ось Y.

$$\textcircled{2} v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$v_0 \cos \alpha \cdot \frac{2v_0 \sin \alpha}{g} = S$$

$$\frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} = S \Rightarrow v_0 = \sqrt{\frac{Sg}{\sin(2\alpha)}} \approx 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

В высшей точке траектории камень оказался бы через $\frac{t}{2}$ после старта.

Продолжение на странице 2.

① и ⑦

Числовий

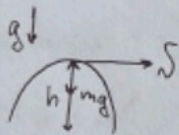
h - висота вихідної точки траєкторії

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{t}{2} - \frac{g t^2}{8} = t \left(\frac{v_0 \sin \alpha}{2} - \frac{g t}{8} \right) = \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \left[\left(\frac{v_0 \sin \alpha}{2} \right) - \frac{g \left(\frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \right)}{8} \right] =$$

$$= \frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} \cdot \frac{3 v_0 \sin \alpha}{8} = \frac{3 v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{3 v_0^2 (1 - \cos^2 \alpha)}{2g} = \frac{3 \cdot 14^2 \cdot 0,25}{20} = 7,35 \text{ м}$$

$$h = 7,35 \text{ м}$$

$$v = 3,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{для самалета.}$$

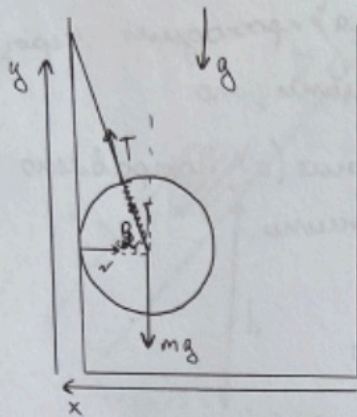


$$F = \sqrt{m^2 g^2 + v^4}$$

② мз ②

Числовик

Задача 3.



Стена действует на шар с силой N - сила норм. реакции опоры, с такой же силой шар действует на стенку.

T - сила натяжения нити
 β - угол отмечен на рисунке.

$m = 0,2 \text{ кг}$; $R = 5 \text{ см}$; $l = 15 \text{ см}$

Запишем 3-ий з. Ньютона на ось X .

$$\textcircled{1} T \cdot \cos \beta = N$$

Запишем 3-ий з. Ньютона на ось Y .

$$T \sin \beta = mg$$

$$\textcircled{2} T \cdot \sin \beta = mg$$

$$N = \frac{mg}{\tan \beta}$$

Зная " l " и " R " найдем угол β .

$$(l + R) \cos \beta = R$$

$$\cos \beta = \frac{R}{l + R}; \quad \beta = \arccos \left(\frac{R}{R + l} \right) \approx 75,52^\circ$$

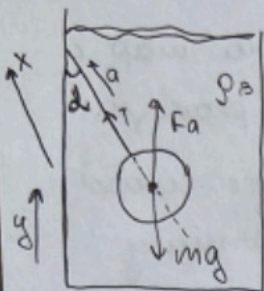
$$N = \frac{mg}{\tan \beta} = 2,06 \text{ Н}$$

продолжение на странице 4

③ из ⑦

Чистовик

Рассмотрим случай, когда налили воду.



П.к., ось вращения проходит через точку крепления нити, то центрострем. ускорение (a) направлено к точке крепления нити.

F_a - сила Архимеда

$$F_a = \frac{4}{3} \pi R^3 \rho_w g = 5,23 \text{ Н}$$

α - угол между нитью и стеной.

$$a = w(l + R)$$

Спроецируем все силы на ось X и запишем II-ой з. Ньютон.

$$ma = T + F_a \cos \alpha - mg \cos \alpha$$

Запишем II-ой з. Ньютона на ось Y .

$$m a \cos \alpha = F_a + T \cos \alpha - mg \cos \alpha$$

$$T = ma + mg - \frac{F_a}{\cos \alpha}$$

$$m a = m a + mg - \frac{F_a}{\cos \alpha} + F_a \cos \alpha - mg \cos \alpha$$

$$\cos^2 \alpha (F_a - mg) + mg \cos \alpha - F_a = 0$$

$$\cos^2 \alpha - 2,76 \cos^2 \alpha + 8 \cos \alpha - 5,23 = 0$$

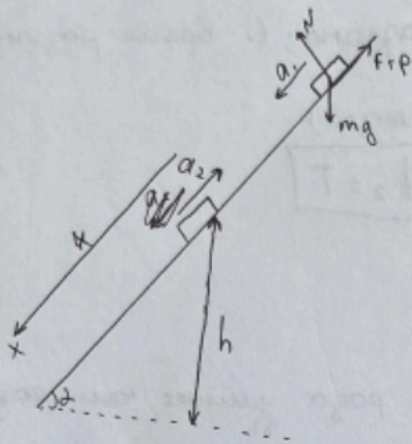
$$D = 8,26$$

$$\cos \alpha = \frac{-8 - \sqrt{D}}{-2 \cdot 2,76}$$

(4) m_3 (2)

Чистовик.

Задача 2.



m - масса коробки
 a_1 - ускорение при m_1
 a_2 - ускорение при m_2

① Запишем II-ый з. Ньютона для участка разгона. по оси x

$$m a_1 = m g \sin \alpha - F_{TP}$$

$F_{TP} = N$ - III-ий з. Ньютона

$N = m g \cos \alpha$ - III-ий з. Ньютона

$$m a_1 = m g \sin \alpha - m g \cos \alpha = 4,04 \frac{m}{c^2}$$

$$a_1 = 4,04 \frac{m}{c^2}$$

② Запишем II-ый з. Ньютона для участка торможения, так как это тормож., то ускорение направлено в другую сторону. (запишем на ось x)

$$-m a_2 = m g \sin \alpha - m_2 m g \cos \alpha$$

$$a_2 = m_2 g \cos \alpha - g \sin \alpha = 2,01 \frac{m}{c^2}$$

$$a_2 = 2,01 \frac{m}{c^2}$$

продолжение на странице 6

Теперь рассмотрим ^{частотки} участки разгона и торможения с точки зрения кинематики.

$$S_1 = a_1 t_1 \quad (S_1 - \text{скорость на конце разгона}; t_1 - \text{время разгона})$$

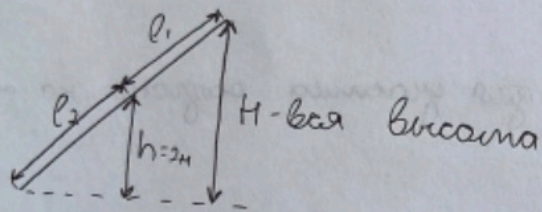
$$S_1 - a_2 t_2 = 0 \quad (t_2 - \text{время торможения})$$

$$a_1 t_1 = a_2 t_2$$

$$\boxed{t_2 = T}$$

$$\boxed{\frac{a_1}{a_2} = \frac{t_2}{t_1} = 2}$$

Участок торможения был в 2 раза длиннее, чем разгон



$$\sin \alpha_1 = \frac{H-h}{l_1}$$

$$\boxed{l_1 = \frac{H-h}{\sin \alpha_1}}$$

$$\boxed{l_2 = \frac{h}{\sin \alpha_1}}$$

$$l_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2}; \quad l_2 = S_1 t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2} = a_1 t_1 t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$\begin{cases} l_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} \\ l_2 = a_1 \cdot 2 t_1^2 - \frac{a_2 4 t_1^2}{2} = 2 t_1^2 (a_1 - a_2) \end{cases}$$

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{4 t_1^2 (a_1 - a_2)}{a_1 t_1^2} = \frac{4(a_1 - a_2)}{a_1} = \frac{h}{H-h} = 2$$

продолжим еще на странице 7

Условие

$$h = 2H - 2h$$

$$H = \frac{3}{2}h = 3 \text{ м}$$

$$l_1 = 2 \text{ м}; l_2 = 4 \text{ м}$$

$$l_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} = \frac{a_2 t_2}{2}$$

$$l_2 = 2a_2 t_2 - \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

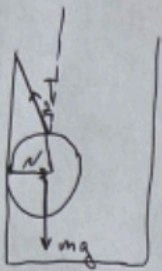
$$2l_2 = 8l_1 - a_2 t_2^2$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{8l_1 - 2l_2}{a_2}} = \sqrt{\frac{16 - 8}{2,01}} = 2 \text{ с}$$

Ответ: $T = t_2 = 2 \text{ с}$
 $H = 3 \text{ м}$

⑦ m₃ ⑦

Черковик

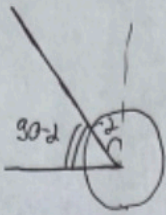


$$T \cdot \cos \alpha = Mg$$

$$T \cdot \sin \alpha = N$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{N}{Mg}$$

$$3,872288734$$



$$(R+e) \cos(90-\alpha)$$

$$(R+e) \cos \alpha = R$$

$$\cos \alpha = \frac{R}{R+e}$$

$$\frac{8}{\operatorname{tg}}$$

$$T \cdot \sin \alpha = Mg$$

$$T \cdot \cos \alpha = N$$

$$0,86602540$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{Mg}{N}$$

$$N = \frac{Mg}{\operatorname{tg} \alpha}$$

$$F_x \cos \alpha = r \sin \alpha \cdot \rho \cdot g$$

$$F_x \cos \alpha = r \sin \alpha \cdot \rho \cdot g$$

$$\frac{r}{\cos \alpha} - r \rho g = 4$$

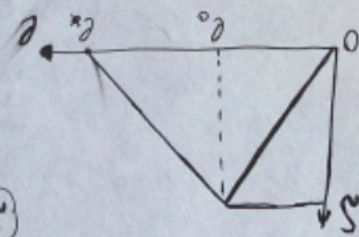
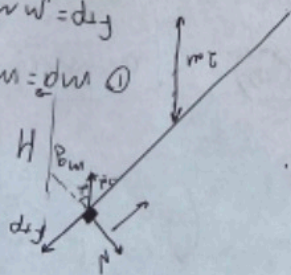
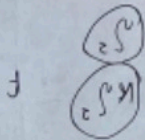
$$r \rho g \cos \alpha - r \rho g \sin \alpha = 0$$

$$r \rho g \cos \alpha - r \rho g \sin \alpha = 0$$

$$r \rho g \cos \alpha - r \rho g \sin \alpha = 0$$

$$r \rho g \cos \alpha - r \rho g \sin \alpha = 0$$

$$r \rho g \cos \alpha - r \rho g \sin \alpha = 0$$



$$F_{\text{тр}} = f$$

$$\frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1,1547$$

$$0,5806118421231$$

Часть 2

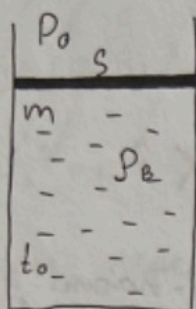
Олимпиада: **Физика, 10 класс (2 часть)**

Шифр: **21205079**

ID профиля: **269791**

Вариант 3

Задача 4.



$$m = 5,5 \text{ т}$$

$$c = 4180 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$P_0 = 1 \times 10^5 \text{ Па}$$

$$S = 500 \text{ см}^2$$

$$t_0 = 0^\circ \text{C}$$

1) Вода начинает кипеть, когда $t = 100^\circ \text{C} \Rightarrow$

$$Q_1 = c \cdot m (t - t_0) = 4180 \cdot \frac{5,5}{1000} \cdot 100 = 2299 \text{ Дж}$$

$$Q_1 = 2299 \text{ Дж}$$

2) Как только вода достигает $t = 100^\circ \text{C}$, вода начинает превращаться в пар.

П.к., поршень после перемещения был в равновесии \Rightarrow давление внутри = давлению снаружи.

К воде подводит тепло Q_2 .

$Q_2 > \gamma m \Rightarrow$ вся вода превратится в пар и водной пар будет нагреваться, ~~пар~~ с помощью тепла = Q_x

$$Q_x + \gamma m = Q_2$$

продолжение на странице 2

Условие.

$$Q_x = Q_2 - \nu m = 17430 - \frac{5,5}{1000} \cdot 9,26 \cdot 1000000 = 5000 \text{ Дж}$$

$$Q_x = C_p m \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{Q_x}{C_p m} = \frac{5000 \cdot 1000}{2200 \cdot 5,5} = \frac{50000}{121} = 413,223 \text{ К}$$

$$\rho_0 \cdot H S = \lambda R_0 t$$

$$\lambda = \frac{\nu}{\mu = 18 \text{ } \mu\text{молл}}$$

$R = 8,31$ - расм. газлая

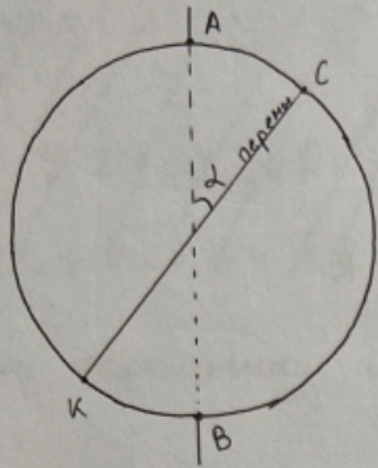
$$H = \frac{\lambda R_0 t}{\rho_0 S} = \frac{\nu R_0 t}{\mu \rho_0 S} = \frac{5,5 \cdot 8,31 \cdot 413,223 \cdot 10^4}{18 \cdot 10^8 \cdot 500} = 21 \text{ см}$$

Answer: $Q_1 = 2299 \text{ Дж}$

$$H = 21 \text{ см}$$

Чистовые

Задача 5.



$$U = 6 \text{ В}$$

$$R = 24 \text{ Ом}$$

- 1) Сопротивление на участке AC =
= сопротивлению на участке KB = χ_1 ,
- 2) сопротивление на участке CB =
= сопротивлению на участке AB = χ_2

Всё кольцо имеет сопротивление = $R \Rightarrow$ полукольцо имеет сопротивление = $\frac{R}{2}$

$$\chi_1 + \chi_2 = \frac{R}{2}, \text{ но мы знаем, что } \chi_1 \text{ составляет } \frac{1}{6} \text{ от } \frac{R}{2},$$

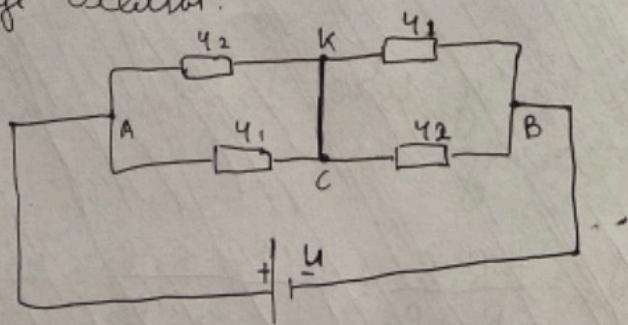
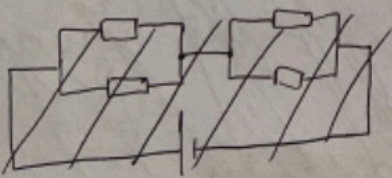
т.к. угол $\alpha = 30^\circ$.

$$\chi_1 = \frac{R}{12} \Rightarrow \chi_2 = \frac{R}{2} - \chi_1 = \frac{R}{2} - \frac{R}{12} = \frac{5}{12} R$$

$$\chi_1 = \frac{R}{12}$$

$$\chi_2 = \frac{5}{12} R$$

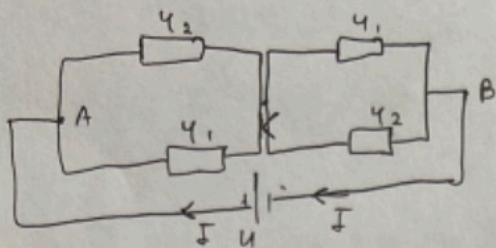
Перерисуем кольцо в виде схемы.



Но так как КС-переключатель, то т.к и т.с можно объединить в одну

продолжение на странице ④

Умножение



$$R_{\text{од}} = 2 \frac{y_2 y_1}{y_2 + y_1} = 2 \frac{\frac{5}{12} R \cdot \frac{1}{12} R}{\left(\frac{5}{12} + \frac{1}{12}\right) R} = \frac{2 \cdot 5}{6 \cdot 12} = \frac{5}{36} R$$

$$U = I R_{\text{од}}$$

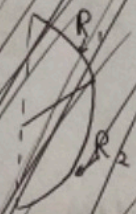
$$I = \frac{U}{R_{\text{од}}} = \frac{36 U}{5 R} = \frac{36 \cdot 6}{5 \cdot 24 \Omega} = 1,8 \text{ A}$$

$$P = I U = 10,8 \text{ Вт}$$

② Через передаточную цепь $I = \frac{2}{3} \text{ A}$ весь ток в цепи, мы можем найти $R_{\text{од}}$.

$$U I = R_{\text{од}} I$$

$$R_{\text{од}} = 3 \text{ Ом}$$



$$R_1 + R_2 = \frac{R}{2}$$

$$\frac{R_2}{R_1} = n$$

Схема у нас будет как и в первом пункте, поэтому

$$R_{\text{од}} = \frac{2 R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 (R_1 - R_2) R_2}{\frac{R}{2} + R_2} = \frac{4 (R_1 - R_2) R_2}{R} = 3 \text{ Ом}$$

продолжение на странице ⑤

$$R_{\text{од}, R} = \frac{2R_1 R_2 - 4R_2^2}{R_1 + R_2}$$

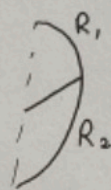
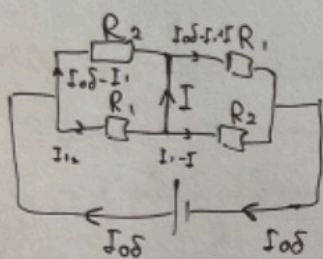
Учтובהи

~~Сформулируем уравнение~~

$$9 \cdot 24 = 2 \cdot 24 R_2 - 4 R_2^2$$

$$R_2^2 - 12 R_2 + 54 = 0$$

Через непрерывный узел $\text{max } I = \frac{2}{3} \text{ A}$



$$\frac{R_2}{R_1} = n$$

$$R_2 + R_1 = \frac{R}{2}$$

$$R_{\text{од}, 1} = \frac{2R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_1 R_1 = (I_{\text{од}} - I_1) R_2$$

$$I_1 (R_1 + R_2) = I_{\text{од}} R_2 = \frac{U}{R_{\text{од}, 1}} \cdot R_2 = \frac{U (R_1 + R_2)}{2 R_1 R_2} \cdot R_2$$

$$I_1 = \frac{U}{2 R_1}$$

$$U = (I_{\text{од}} - I_1) R_2 + (I_1 - I) R_2 = R_2 (I_{\text{од}} - I)$$

$$\frac{U}{R_2} = \frac{U (R_1 + R_2)}{2 R_1 R_2} - I$$

$$U = \frac{U (R_1 + R_2)}{2 R_1} - I R_2$$

$$2 R_1 U = U (R_1 + R_2) - 2 I R_1 R_2$$

продолжение на странице 6

Умножим

$$2\left(\frac{R}{2} - R_2\right)U = U\left(\frac{R}{2} - R_1 + R_2\right) - 2I\left(\frac{R}{2} - R_2\right)R_2$$

$$2IR_2^2 - (IR - 2U)R_2 - \frac{UR}{2} = 0$$

$$\frac{4}{3}R_2^2 - 4R_2 - 72 = 0$$

$$4R_2^2 - 12R_2 - 216 = 0$$

$$R_2^2 - 3R_2 - 54 = 0$$

$$D = 9 + 54 \cdot 4 = 225$$

$$R_2 = \frac{3 + 15}{2} = 9 \text{ Ом}$$

$$R_1 = \frac{R}{2} - R_2 = 3 \text{ Ом}$$

$$n = \frac{R_2}{R_1} = 3$$

$$R_{\text{од.}} = \frac{2R_1R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 9}{12} = \frac{9}{2} \text{ Ом}$$

$$I_{\text{од.}} = \frac{U}{R_{\text{од.}}} = \frac{2 \cdot 62}{9 \cdot 3} = \frac{4}{3} \text{ А}$$

$$P_2 = I_{\text{од.}} \cdot U = \frac{4}{3} \cdot 6 = 8 \text{ Вт}$$

Ответ: $P = 10,8 \text{ Вт}$

$$n = 3$$

$$P_2 = 8 \text{ Вт}$$

ⓐ u_3 ⓑ

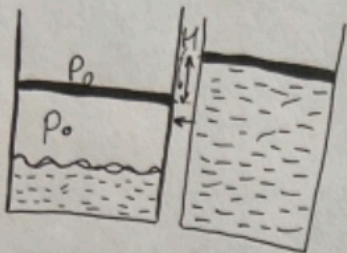
Черновик.

$$\rho m x + c \rho m x (t_x - t) = Q_2$$

$$c = 5 (H + \gamma) \text{ od}$$

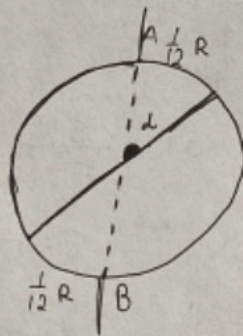
$$17 \gamma c = 5 \gamma \text{ od}$$

π) od



$$Q_2 =$$

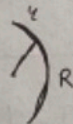
$$\frac{360^\circ}{30} = 12$$



$$\gamma + R =$$

$$\gamma = \frac{1}{12} R$$

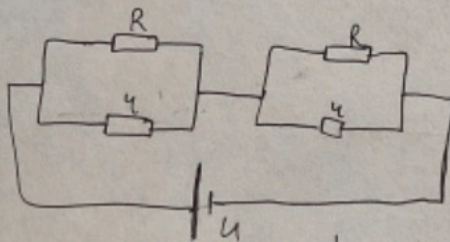
$$I = \frac{2}{3} A$$



3,25

$$P = UI$$

$$P = 19,5 \text{ BT}$$



$$P = 1248 \text{ BT}$$

$$\gamma = 14,4$$

$$U = I R_{\text{od}}$$

$$\frac{1}{R_{\text{od}}} = \frac{1}{\gamma} + \frac{1}{R} = \frac{12}{R} + \frac{1}{R} = \frac{13}{R}$$

$$R_{\text{od}} = \frac{U}{I} = \frac{3 \cdot 6}{2} = 9 \text{ Ohm}$$

$$R_{\text{od}} = \frac{R}{13}$$

$$\frac{1}{R_{\text{od}}} = \frac{1}{\gamma} + \frac{1}{R}$$

$$\gamma = \frac{24 \cdot 9}{15} =$$

$$13U = IR$$

$$\frac{1}{\gamma} = \frac{1}{9} - \frac{1}{24} = \frac{24 - 9}{24 \cdot 9}$$

$$= \frac{24 \cdot 3 \cdot 8}{5 \cdot 8} =$$

$$= \frac{72}{5} =$$

$$I = \frac{13U}{R} = 52 \text{ A}$$