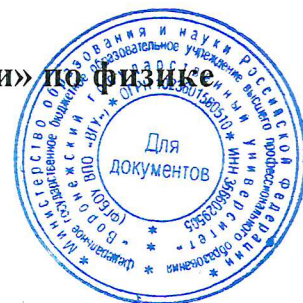


Олимпиада школьников
«Звезда – Таланты на службе обороны и безопасности» по физике.

2014/2015уч.г.

9 класс

Вариант №2.



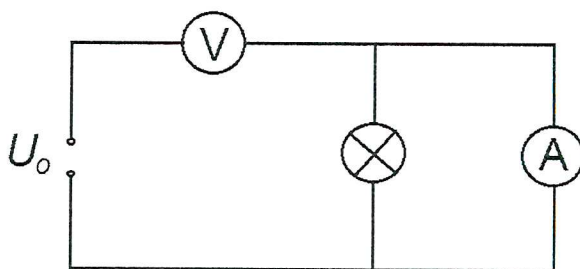
Задание 1 (15 баллов): Материальная точка, масса которой 4 кг, остановилась в результате равноускоренного торможения. Её кинетическая энергия на половине пути равна $E_k = 8$ Дж. Определите её начальную скорость.

Задание 2 (20 баллов): Искусственный спутник Земли запущен с экватора и вращается по круговой орбите против направления вращения Земли. Найдите отношение радиуса орбиты спутника к радиусу Земли, при котором спутник периодически проходит над точкой запуска два раза в сутки. Ускорение свободного падения на поверхности Земли $g = 10$ м/с², радиус Земли $r_3 = 6400$ км, длительность суток 24 часа.

Задание 3 (20 баллов): Плоская льдина плавает в воде, выступая над уровнем воды на $H = 4$ см. Человек массой $m = 80$ кг зашёл на льдину. В результате высота выступающей над водой части льдины уменьшилась в $n = 2$ раза. Найдите площадь льдины. Плотность воды $\rho_в = 1000$ кг/м³.

Задание 4 (25 баллов): В сосуд, содержащий $m_1 = 20$ кг воды при температуре $T_1 = 298$ К, вливают $m_2 = 15$ кг расплавленного свинца, взятого при температуре плавления $T_{пл} = 600$ К. При этом образовалось $\Delta m_1 = 0,1$ кг пара. Какая установится температура T в сосуде, после того как свинец отвердеет? Температура кипения воды $T_k = 373$ К, удельная теплоемкость воды $c_1 = 4190$ Дж/(кг·К), удельная теплоемкость свинца $c_2 = 130$ Дж/(кг·К), удельная теплота парообразования воды $r = 2,25 \cdot 10^6$ Дж/кг, удельная теплота плавления свинца $\lambda = 30 \cdot 10^3$ Дж/кг. Теплоемкостью сосуда пренебречь.

Задание 5 (20 баллов): Школьник, хотел собрать схему для измерения сопротивления лампочки, но при этом перепутал местами вольтметр и амперметр (см. рис.). Тем не менее, приборы выдали следующие показания: вольтметр – 11 В, а амперметр – 0,2 А. Какими станут показания приборов, если их поменять в схеме местами. Сопротивление вольтметра 50 Ом, а напряжение источника равно $U_0 = 12$ В.

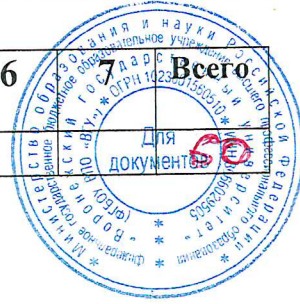




Олимпиада школьников
**Звезда - таланты
на службе обороны
и безопасности**

Шифр **36-09-18**

Задание	1	2	3	4	5	6
Баллы	15	5	20	20	0	

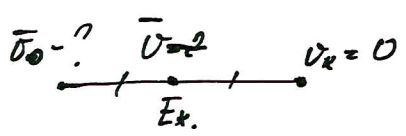




Дано:
 $m = 4 \text{ кг}$
 $E_k = 8 \text{ Дж}$
 $S_1 = \frac{1}{2} S$
 $v_0 = ?$

№ 1.

Решение:



$$E_k = \frac{mv^2}{2}$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8 \text{ Дж}}{4 \text{ кг}}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$a = \frac{v_k - v_0}{t} = -\frac{v_0}{t}$$

$$S = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a}$$

$$1. \quad \frac{1}{2} S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$2. \quad S = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} = \frac{-v_0^2}{2a}$$

$$v_k = 0$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{a}$$

$$(1=2): \quad \frac{v^2 - v_0^2}{a} = \frac{-v_0^2}{2a}$$

$$2v^2 - 2v_0^2 = -v_0^2$$

$$-v_0^2 = -2v^2$$

$$v_0 = \sqrt{2v^2} = v\sqrt{2} = 2 \cdot \sqrt{2} = 2,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

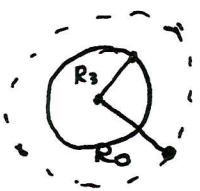
Ответ: $2,9 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Дано:
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $r_3 = 6400 \text{ км}$
 $t = 24 \text{ ч}$
 $n = 2$
 $\frac{R_0}{R_3} = ?$

СИ
 $64 \cdot 10^5 \text{ м}$
 $8,64 \cdot 10^4 \text{ с}$

№ 2.

Решение:



$$T_2 = \frac{t}{n} = \frac{86400 \text{ с}}{2} = 43200 \text{ с}$$

$$F = ma$$

$$mg = ma$$

$$g = a$$

$$a = \frac{v^2}{R_0} = \frac{4\pi^2 R_0^2}{T^2 \cdot R_0} = \dots$$

$$v = \frac{2\pi R_0}{T}$$

$$\frac{4\pi^2 \cdot R_0}{T^2} = g$$

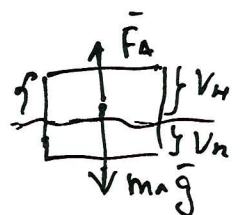
$$R_0 = \frac{gT^2}{4\pi^2} = \frac{10 \cdot (4,32 \cdot 10^4)^2}{4 \cdot 9,86} = 473203,781$$

$$\frac{R_0}{R_3} = \frac{473.203,781}{646.400.000} \approx 74 \cdot 10^{-6}$$

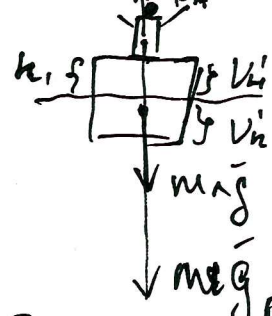
Ответ: $\approx 74 \cdot 10^{-6}$

Дано:
 $H = 4 \text{ см}$
 $m_2 = 80 \text{ кг}$
 $h_1 = 2 \text{ см}$
 $\rho_B = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
 $S = ?$

СИ
 $0,04 \text{ м}$
 $0,02 \text{ м}$



Решение:



$$1) F_A = F_m$$

$$\rho_B \cdot g \cdot V_n = m_2 \cdot g$$

$$V_n = S(a - H)$$

$$m_2 = \rho_A \cdot V = \rho_A (V_n + V)$$

$$= \rho_A (S(a - H) + SH) = \rho_A \cdot S \cdot a$$

$$\rho_B \cdot S \cdot a - \rho_B \cdot S \cdot H = \rho_A \cdot S \cdot a$$

$$a(\rho_B - \rho_A) = \rho_B H = 40$$

$$2) F_A' = F_{m1} + F_{m2}$$

$$\rho_B \cdot g \cdot V_n' = m_2 \cdot g + m_1 \cdot g$$

$$V_n' = S(a - h_1) \quad m_1 = \rho_A \cdot S \cdot a$$

$$\rho_B \cdot S \cdot a - \rho_B \cdot S \cdot h_1 = m_2 + \rho_A \cdot S \cdot a$$

$$S(\rho_B a - \rho_B h_1 - \rho_A a) = m_2$$

$$S(\rho_B a - \rho_B h_1 - \rho_A a) = m_2$$

$$S = \frac{m_2}{\rho(\rho_0 - \rho_1) - \rho_1} = \frac{80 \text{ кг}}{40 - 1000 \cdot 0,02} = \frac{4 \text{ м}^2}{}$$

Ответ: 4 м².

Дано:

$$m_2 = 20 \text{ кг}$$

$$T_1 = 298 \text{ К}$$

$$m_2 = 15 \text{ кг}$$

$$T_{\text{из}} = 600 \text{ К}$$

$$\Delta m_1 = 2,9 \text{ кг}$$

$$T_k = 343 \text{ К}$$

$$C_1 = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

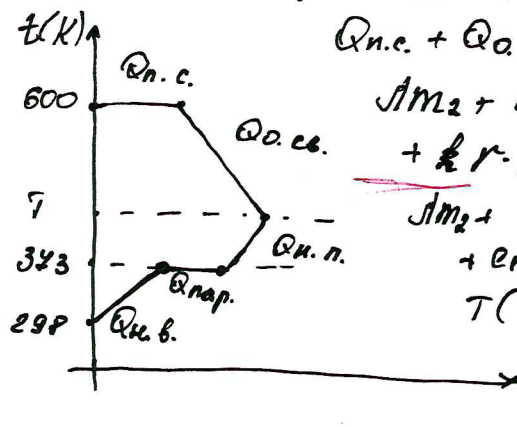
$$C_2 = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$r = 2,25 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$A = 30 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

T = ?

4.



Решение:

$$Q_{н.с.} + Q_{о.с.} = Q_{н.в.} + Q_{нап.} + Q_{н.н.}$$

$$\Delta m_2 + C_2 m_2 (600 - T) = \rho_1 m_1 \cdot 45 + \frac{1}{2} r \cdot \Delta m_1 + C_1 \Delta m_1 (m_1 - \Delta m_1) \cdot (T - 3) + C_1 \cdot 19,9 \cdot T - 4422,4 \cdot C_1$$

$$\Delta m_2 + 600 m_2 C_2 - m_2 C_2 T = 75 C_1 m_1 + m_1 \cdot \Delta m_1 + C_1 \cdot 19,9 \cdot T - 4422,4 \cdot C_1$$

$$T(19,9 C_1 + m_2 C_2) = \Delta m_2 + 600 m_2 C_2 - C_2 \cdot 75 C_1 m_1 - \Delta m_1 + 4422,4 \cdot C_1$$

$$T = \frac{\Delta m_2 + 600 m_2 C_2 - 75 C_1 m_1 - r \cdot \Delta m_1 + 4422,4 \cdot C_1}{19,9 C_1 + m_2 C_2}$$

$$= \frac{(30 \cdot 10^3 \cdot 15 + 600 \cdot 15 \cdot 130 - 75 \cdot 4190 \cdot 20 - 2,25 \cdot 10^6 \cdot 0,1 + 4422,4 \cdot 4190)}{(19,9 \cdot 4190 + 15 \cdot 130)}$$

$$T = 25158113 : 85331 = 295 \text{ К.}$$

Ответ: 295 К.

б.

Дано:

$$U = 11 \text{ В}$$

$$y = 0,2 \text{ А}$$

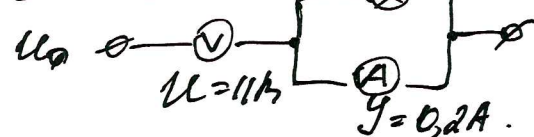
$$R = 50 \text{ Ом}$$

$$U_0 = 12 \text{ В}$$

$y_1, U_1 = ?$

Решение:

Условие:

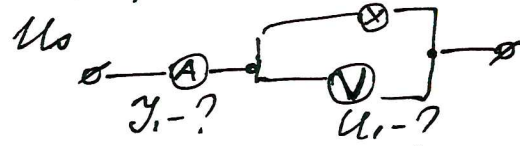


$$U = yR$$

$$y = \frac{U}{R} = \frac{11 \text{ В}}{50 \text{ Ом}} = 0,22 \text{ А}$$

$$y = y_1 = 0,22 \text{ А.}$$

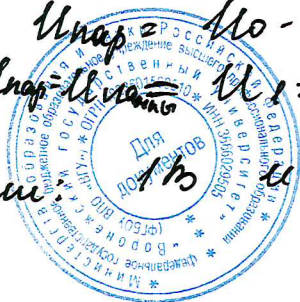
Вопрос:



$$U_{нап} = U_0 - U = 12 \text{ В} - 11 \text{ В} = 1 \text{ В.}$$

$$U_{нап} = U_{нап} = U_1 = 1 \text{ В.}$$

Ответ: $U_1 = 1 \text{ В}$, $y = 0,22 \text{ А}$.



Чистовик

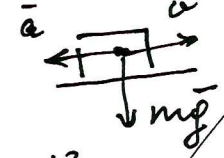


Черновик



Дано:
 $m = 4 \text{ кг}$
 $S_1 = \frac{1}{2} S$
 $E_k = 8 \text{ Дж}$
 $v_0 = ?$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \leftarrow mv^2 = 2E_k \leftarrow v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 8}{4}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$S_1 = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = v_0 t + \frac{at^2}{2} = \frac{S}{2}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t} \quad \text{и} \quad S_1 = \frac{(v - v_0)(v + v_0)}{a} = \frac{(v - v_0)(v + v_0)}{\frac{v - v_0}{t}} = t(v + v_0)$$

$$v = v_0 + at \quad \Rightarrow \quad (v + v_0) \cdot t = \frac{v - v_0}{t} \cdot t \quad \Rightarrow \quad \frac{v^2 - v_0^2}{2a} = \frac{v - v_0}{a}$$

$$\frac{1}{2} S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = t \left(v_0 + \frac{a}{2} \right) \quad \left| a = \frac{v - v_0}{t} \right| \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2} S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$S = 2v_0 t + at^2$$

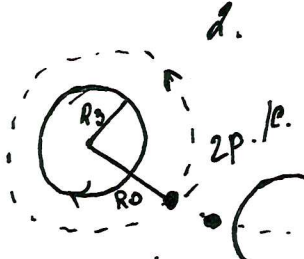
$$a = \frac{v - v_0}{t} = \frac{2 - v_0}{t}$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2 \cdot \frac{v - v_0}{t}} \leftarrow v^2 - v_0^2 = 2 \cdot S \cdot \frac{v - v_0}{t} \quad \Rightarrow \quad v_0^2 + v_0 \cdot S - v^2 = 0$$

$$\frac{v^2 - v_0^2}{a} = \frac{v - v_0}{a} \quad \Rightarrow \quad 2v^2 - 2v_0^2 = v_0^2 \quad \Rightarrow \quad 3v_0^2 = 2v^2 \quad \Rightarrow \quad v_0 = v \sqrt{\frac{2}{3}} = 1.7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: $1.7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Дано:
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $n = 6400 \text{ км}$
 $n = 2$
 $t = 24 \text{ ч}$
 $\frac{R_0}{R_3} = ?$



Решение:

$$n = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \nu \quad \Rightarrow \quad t = 24 \text{ ч} = 86400 \text{ с}$$

$$R = 2 \sqrt{L R_0} \quad \text{за} \quad 12 \text{ ч.}$$

$$v_c = -\frac{2 \sqrt{L R_0}}{T_2}; \quad v_3 = \frac{2 \sqrt{L R_3}}{T_3}$$

$$T_c = \frac{t}{n} = \frac{86400}{2} = 43200 \text{ с}$$

$$v_c = \frac{2 \sqrt{L R_0}}{43200}; \quad v_3 = \frac{2 \sqrt{L R_3}}{T_3}$$

$$F = m a_{\text{ц}} = \frac{m v^2}{R_0}$$

$$F = m g = \frac{m v_c^2}{R_0} \quad \Leftrightarrow \quad g = \frac{v_c^2}{R_0} = 10$$

$$R_0 = \frac{v_c^2}{10}$$

$$g = \frac{J L R_0^2}{T^2 \cdot R_0} = 10 \quad \Leftrightarrow \quad R_0 = \frac{J L T^2}{10}$$

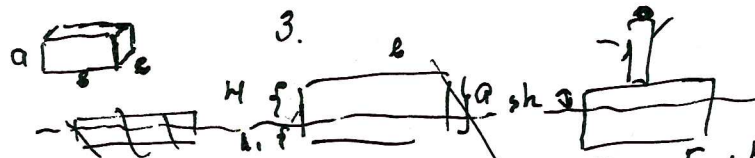
$$\frac{R_0}{R_3} = \frac{10 \cdot 43200^2}{3.14 \cdot 64000000} \approx 296$$

$$T = \frac{t}{n} = \frac{86400}{2} = 43200 \text{ с}$$

$$R_0 = \frac{10 \cdot 43200^2}{3.14} = 590000000$$



$H = 4 \text{ м}$
 $m = 80 \text{ кг}$
 $h = 2 \text{ см}$
 $\rho = 1000$
 $s = ?$



$$F_0 = F_m = 0$$

$$\rho \cdot g \cdot V_{\text{поп}} = m g$$

$$\rho \cdot g \cdot (s \cdot (a - h)) = s \cdot a \cdot g$$

$$\rho \cdot s \cdot a - \rho \cdot s \cdot h = s \cdot a$$

$$s \cdot (a - h) = a$$

$$1000(a - h) = a$$

$$M = \rho V = \rho s a \quad S = \frac{m}{\rho a}$$

$$F_H = F_n + F_r$$

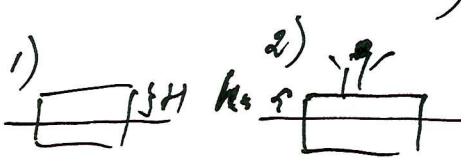
$$\rho \cdot g \cdot V_n = m g + M g$$

$$\rho \cdot (s \cdot (a - h) - h) = m g + s \cdot a$$

$$\rho s a - \rho s h - \rho s h = m g + s a$$

$$s(\rho a - \rho h - \rho h) = m g$$

$$s(1000a - 1000h - 20) = 80$$



1) $F_A = F_m$
 $\rho \cdot g \cdot V_n = m \cdot g = \rho \cdot g \cdot V = \rho \cdot g \cdot (V_n + V_n) \cdot g$
 $S \cdot (a-h) \cdot \rho \cdot g = \rho \cdot g \cdot S \cdot a$
 $S \cdot (a-h) + S \cdot h = S \cdot a$
 $S \cdot a - \rho \cdot S \cdot h = \rho \cdot S \cdot a$
 $S \cdot a (\rho_b - \rho_a) = \rho \cdot S \cdot 0.04 = 40 S$

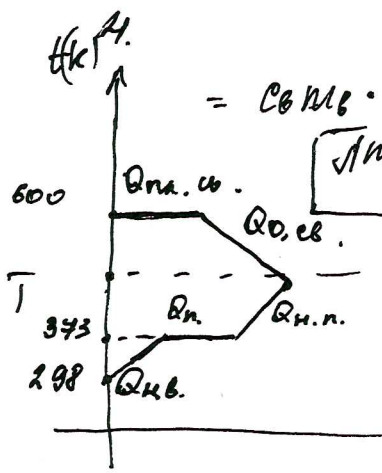
2) $F_A = F_z + F_n$
 $\rho \cdot g \cdot V_n' = m \cdot g + m_n \cdot g$
 $\rho \cdot g \cdot S \cdot (a-h_1) = m \cdot g + \rho_n \cdot g \cdot a$
 $\rho \cdot S \cdot a - \rho \cdot S \cdot h_1 = m + \rho_n \cdot S \cdot a$
 $S (\rho a - \rho h_1 - \rho_n a) = m$
 $S (a (\rho_b - \rho_a) - \rho h_1) = m$

$m_n = \rho_n V = \rho (V_n + V_n)$
 $= \rho (S(a-h_1) + S \cdot a)$

$S (40 - 1000 \cdot 0.02) = 80$
 $S = \frac{80}{40 - 1000 \cdot 0.02} = \frac{80}{40} = 4 \text{ m}^2$

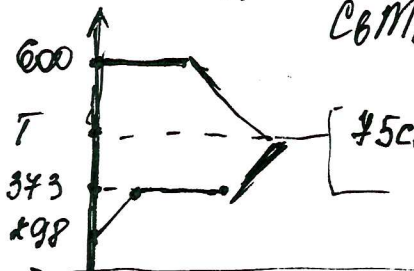
Ответ: 4 m^2

- Дано: * непом.
 $m_B = 20 \text{ кг}$
 $T_{B0} = 298 \text{ К}$
 $m_{C0} = 15 \text{ кг}$
 $T_{C0} = 600 \text{ К}$
 $m_n = 0.1 \text{ кг}$
 $t_{к.в.} = 373^\circ$
 $c_B = 4190 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
 $c_C = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
 $L = 2.25 \cdot 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
 $\rho_{C0} = 30 \cdot 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$



$\rho \cdot m_{C0} + c_{C0} m_{C0} (600 - T) = c_{C0} m_C \cdot 45 + L \cdot m_n + c_B (m_B - m_n) \cdot (T - 373)$
 $\rho m_{C0} + c_{C0} m_{C0} \cdot 600 - c_{C0} m_{C0} T = 45 c_{C0} m_C + L m_n + c_B m_B - c_B m_n T - 373 c_B m_B + 373 c_B m_n T$
 $T (19.9 c_B + c_{C0} m_{C0}) = \rho m_{C0} - c_{C0} m_{C0} \cdot 600 - 45 c_{C0} m_C - L m_n + 4422.4 m_B$

$T = \frac{\rho m_{C0} - c_{C0} m_{C0} \cdot 600 - 45 c_{C0} m_C - L m_n + 4422.4 m_B}{19.9 c_B + c_{C0} m_{C0}}$
 $= \frac{30 \cdot 10^3 \cdot 15 - 130 \cdot 15 \cdot 600 - 45 \cdot 130 \cdot 15 - 2.25 \cdot 10^6 + 4422.4}{19.9 \cdot 4190 + 130 \cdot 15} (T - 373)$
 $= -481.8$



$c_B m_B \cdot 45 + L m_n + c_B m_B \cdot 19.9 \cdot T - \rho m_{C0} - 600 m_{C0} \cdot c_C - m_{C0} \cdot c_C \cdot T$
 $T (75 c_B m_B + L m_n + 19.9 c_B T) = \rho m_{C0} + 600 m_{C0} c_C - 45 c_B m_B - L m_n + 4422.4 \cdot 4190$

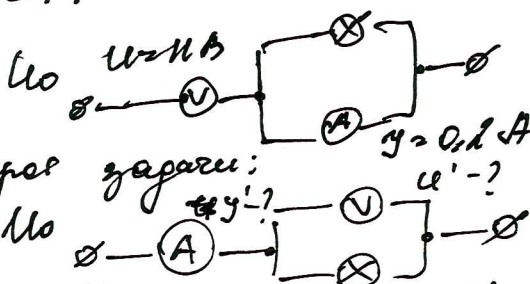
$L - 4422.4 c_B = \rho m_{C0} + 600 m_{C0} c_C - m_{C0} c_C T$
 $T (19.9 c_B + m_{C0} c_C) = \rho m_{C0} + 600 m_{C0} c_C - 45 c_B m_B - L m_n + 4422.4 \cdot 4190$
 $T (19.9 + 4190 + 15 \cdot 130) = 30 \cdot 10^3 + 600 \cdot 130 - 45 \cdot 4190 - 2.25 \cdot 10^6 + 4422.4 \cdot 4190$
 $T = 295$



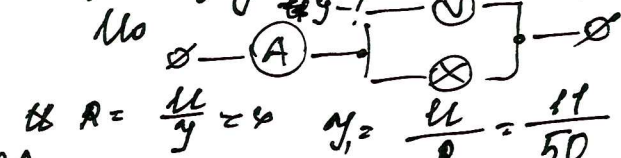


$U = 11 \text{ В}$
 $y = 0,2 \text{ А}$
 $R_0 = 50 \text{ Ом}$
 $U_0 = 12 \text{ В}$

5. По цепи:



Вопросы задачи:



$R = \frac{U}{y} = 50 \quad y_1 = \frac{U}{R} = \frac{11}{50} = 0,22 \text{ А}$
 $y_1 = y = I_{\text{лампы}} = 0,2$

Т.е. было $y = 0,2 \text{ А}$
 стало $y_1 = 0,22 \text{ А}$

$U_n = U_0 - U = 12 \text{ В} - 11 \text{ В} = 1 \text{ В}$
 $U_n = U_x = U_A = 1 \text{ В}$

Т.е. было $U = 11$
 стало $U_1 =$

Омметр: $1 \text{ В}; 0,22 \text{ А}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $r_0 = 6400 \text{ км}$
 $t = 24 \text{ ч}$
 $h = 2$

$\frac{R_0}{R_3}$

$T = \frac{t}{n} = \frac{86400}{2} = 43200 \text{ с}$

$v = \frac{2\pi R_0}{T}$

$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R_0} = \left(\frac{4\pi^2 \cdot R_0^2}{T^2 \cdot R_0} \right)$

$T = \frac{t}{n} = 43200$

$F = m a_{\text{ц}}$
 $m g = m \cdot \frac{4\pi^2 \cdot R_0}{T^2}$
 $4\pi^2 \cdot R_0 = g T^2$

$R_0 = \frac{g T^2}{4\pi^2} = \frac{10 \cdot 43200^2}{4 \cdot 3,14} = 34377$

$\frac{R_0}{R_3} =$

$v = \frac{2\pi R}{T}$

$F = m a_{\text{ц}} = m g$

$m \frac{v^2}{R_0} = g ; \frac{4\pi^2 R_0^2}{T^2 \cdot R_0} = 10$

$\frac{R_0}{R_3} = \frac{1}{8}$
 $R_0 = \frac{R_3}{8}$

$4\pi^2 \cdot R_0 = 10 T^2$
 $R_0 = \frac{432000}{4 \cdot 3,14^2} = \frac{432000}{39} = 11077$

$\frac{4\pi^2 \cdot R_0^2}{T^2 \cdot R_0} = 10$

$4\pi^2 \cdot R_0 = 10 T^2$

$R_0 = \frac{10 T^2}{4\pi^2} = \frac{43200^2}{4 \cdot 3,14^2} = 473203781$

$\frac{4\pi^2 \cdot R_0}{T^2} = 10$

$\frac{R_0}{R_3} \approx 74 \text{ раза}$