

501171

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА  
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика

(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника

АГАРКОВ

АРТЕМ

СЕРГЕЕВИЧ

Город, № школы (образовательного учреждения)

САМАРА,

МБОУ СМАЛ, 10 КЛАСС

Регистрационный номер

8511

Вариант задания

2/10.5

Дата проведения « 1 » МАРТА

2020 г.

Подпись участника

Агарков

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
										$\Sigma$
10	10	9	8	16	11	0				64

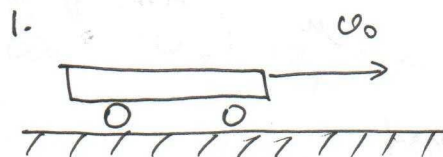
Шифр

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

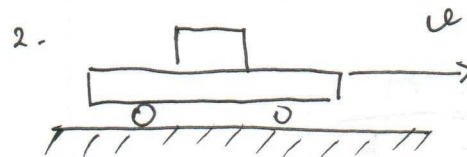
Вариант № 2/10.5

н/л  $\oplus$  Дано:  
 $t = 2c$   
 $u = 0,5 \text{ м/с}$   
 $v_0 = ?$

Решение:



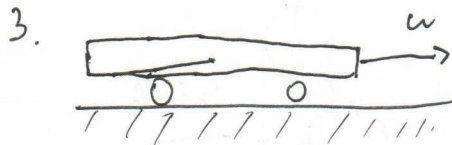
$$p_0 = m v_0$$



ЗСН:

$$p_0 = p$$

$$m v_0 = (m + \frac{1}{5} m) v \Rightarrow v_0 = \frac{6}{5} v$$



т.к. При открытии люка куртка и тележка движутся как одно целое, то тогда скорости куртки сразу при открытии люка равна скорости тележки  $v$ .

ЗСН:

$$(m + \frac{1}{5} m) v = m u + \frac{1}{5} m v \Rightarrow \frac{6}{5} v = u + \frac{1}{5} v \Rightarrow u = v = \frac{5}{6} v_0$$

т.о.  $u = \frac{5}{6} v_0 \Rightarrow v_0 = \frac{6}{5} u = \frac{6}{5} \cdot 0,5 = 0,6 \text{ м/с}$

Ответ:  $v_0 = 0,6 \text{ м/с}$

№2 ~~⊗~~ Dano:

$$P = \text{const}$$

$\text{CO}_2$

$$T = 800 \text{ K}$$

$$M_B = 0,815 M_3$$

$$D_B = 0,96 D_3$$

$$\mu = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$H = ?$

Решение:

В задаче точно не сказано что значит высота атмосферы.

Будем считать, что высота

$H$  — это высота над поверхностью.

Тогда:

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

$$P = \frac{\rho RT}{\mu} \quad \text{т.к. } P = \text{const} \Rightarrow$$

$$P = \text{const}$$

~~Масса~~ ~~масса~~

$$mg_B = \rho g_B HS \Rightarrow H = \frac{m}{\rho S}$$

$$mg_B = \frac{GM_B m}{R_B^2} \Rightarrow g_B = \frac{GM_B}{R_B^2}$$

$$R_B = \frac{1}{2} D_B = \frac{1}{2} \cdot 0,96 D_3$$

$$M_B = 0,815 M_3$$

$$= \frac{0,815 GM_3}{0,96^2 R_3^2}$$

$$\Rightarrow g_B = \frac{G \cdot 0,815 M_3}{\left(\frac{1}{2} \cdot 0,96 D_3\right)^2} = \frac{G \cdot 0,815 M_3}{(0,96 R_3)^2}$$

$$\text{т.о. } P = \rho g_B H \Rightarrow \rho g_B H \cdot V = \frac{m}{\mu} RT$$

$$\rho g_B H = \frac{\rho RT}{\mu} \Rightarrow H = \frac{RT}{\mu g_B}$$

②

$$H = \frac{RT}{\mu \cdot \frac{0,815 \cdot GM_3}{0,96^2 R_3^2}}$$




$$H = \frac{0,96^2 R_3^2 RT}{0,815 G M_3 \mu} = 0,96^2$$

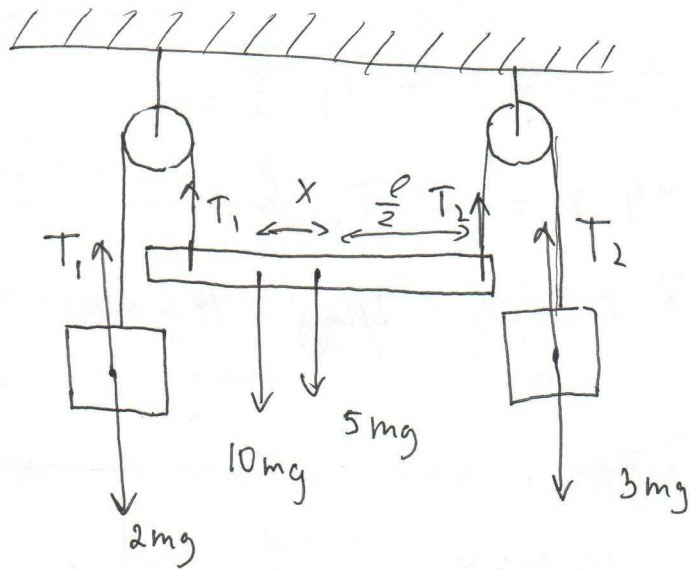
$$g = \frac{GM_3}{R_3^2} \Rightarrow g_B = \frac{0,815}{0,96^2} g, h = \frac{RT \cdot 0,96^2}{\mu g \cdot 0,815}$$

T.O.  $H = \frac{R T \cdot 0,96^2}{\mu g \cdot 9,815} = \frac{8,31 \cdot 800 \cdot 0,96^2}{44 \cdot 10^{-3} \cdot 9,87 \cdot 0,815} = 17\,310,4 \text{ m} = 17,3 \text{ km}$

Darüber:  $H = 17,310 \text{ km} \approx 17\,310,4 \text{ m}$

N3  Darw:

Решение:

$$\begin{array}{r} 5m, \\ L = 20/10m \\ 2m, 3m, 10m \\ \hline x-? \end{array}$$


Очевидно, что груз 10 т нужно повесить  
СПРАВА ~~ниже~~ от середины бруса. Проверим это, доказав  
т.к. система "груз 10 т + брус" не прогибается,  
значит ускорение грузов 2 т и 3 т равно.  
По 2 3. Нс

$$\begin{cases} 2ma = 2mg - T_1 \\ 3ma = 3mg - T_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 = 2m(a+g) \\ T_2 = 3m(a+g) \end{cases} \Rightarrow \frac{T_1}{T_2} = \frac{2}{3}$$

③

$$3T_1 = 2T_2 \Rightarrow T_2 = \frac{3}{2}T_1$$

Запишем уравнение моментов

Относительно центра бруска (центра его масс):

$$T_2 \cdot \frac{l}{2} + 10 \text{ mg} \cdot x - T_1 \cdot \frac{l}{2} = 0$$

$$\frac{3}{2}T_1 \cdot \frac{l}{2} + 10 \text{ mg} \cdot x - T_1 \cdot \frac{l}{2} = 0$$

$$T_1 \cdot \frac{l}{2} + 10 \text{ mg} \cdot x = 0 \Rightarrow x = \frac{T_1 \cdot \frac{l}{2}}{10 \text{ mg}}$$

т.е. Если груз повесить слева:

$$T_2 \cdot \frac{l}{2} + 10 \text{ mg} \cdot x - T_1 \cdot \frac{l}{2} = 0$$

$$\frac{3}{2}T_1 \cdot \frac{l}{2} + 10 \text{ mg} \cdot x - T_1 \cdot \frac{l}{2} = 0$$

$$10 \text{ mg} \cdot x = -T_1 \cdot \frac{l}{2}$$

$x < 0 \Rightarrow$  груз нужно повесить

Справа.

Тогда:

$$10 \text{ mg} x = T_1 \cdot \frac{l}{2} \Rightarrow x = \frac{T_1 \cdot \frac{l}{2}}{10 \text{ mg}} = \frac{T_1 \cdot L}{20 \text{ mg}}$$

По 2.3.н. где брусок грузом  $m$ :

$$(5m + 10m)a = T_1 + T_2 - (5m + 10m)g$$

$$15ma = T_1 + \frac{3}{2}T_1 - 15mg$$

$$\frac{5}{2}T_1 = 15(ma + mg) = 15m(a + g)$$

ускорение  $a < 0$

$$T_1 = \frac{2 \cdot 15}{5 \cdot 2} m(a + g) \Rightarrow \cancel{15ma + 15mg} = 2 \cdot 2m(a + g)$$

(4)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

501171

Шифр

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 2/10.5

~~$$15 \text{ mg} / -11 \text{ mg} = 4 \text{ mg} / 15 \text{ mg} / 1 \text{ m}$$~~

~~$$11g / 2 / 11g / 1 / 1 / 1 / 1$$~~

Значит брусок с грузом будет двигаться вниз с ускорением: ~~11g~~

Тогда:  $15 \text{ m a} = -(T_1 + T_2) + 15 \text{ mg}$

$$15 \text{ m a} = -\frac{5}{2} T_1 + 15 \text{ mg}$$

$$15 \text{ m a} = -\frac{5}{2} (m(a+g)) \cdot 2 + 15 \text{ mg}$$

$$15 \text{ a} = -5 \text{ a} - 5 \text{ g} + 15 \text{ g}$$

$$20 \text{ a} = 10 \text{ g} \Rightarrow \boxed{a = \frac{1}{2} g}$$

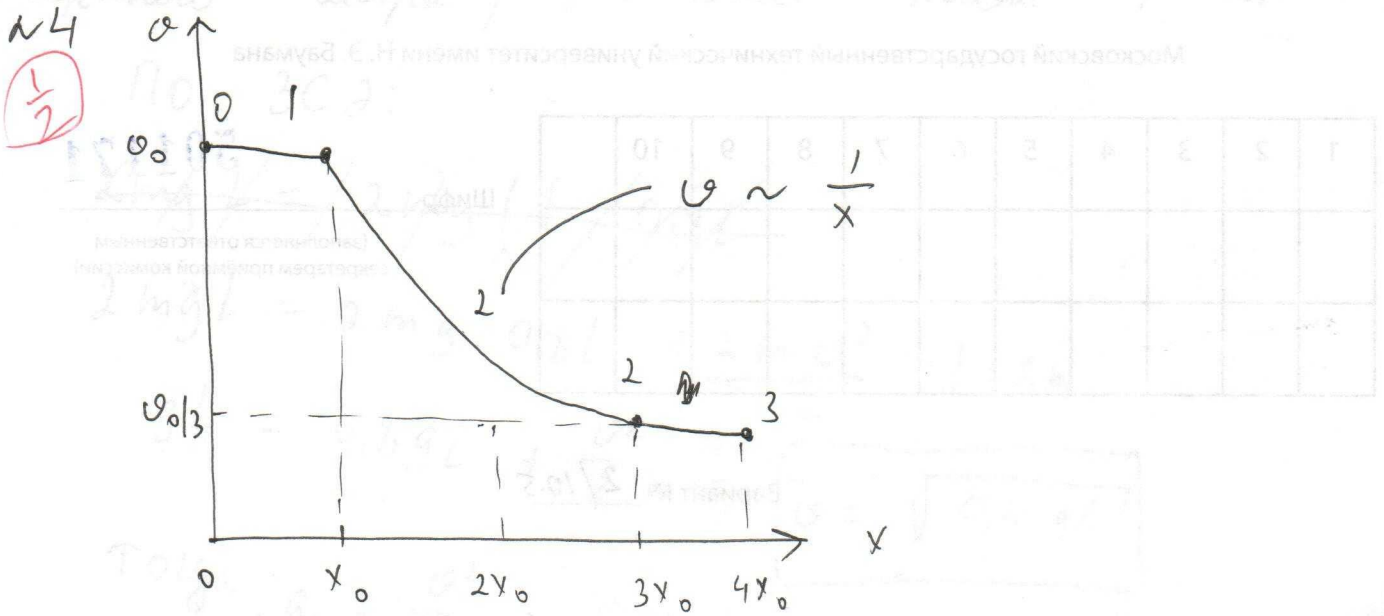
Т.о.

$$T_1 = 2 m(a+g) = 2 m \left( \frac{1}{2} g + g \right) = 3 \text{ mg}$$

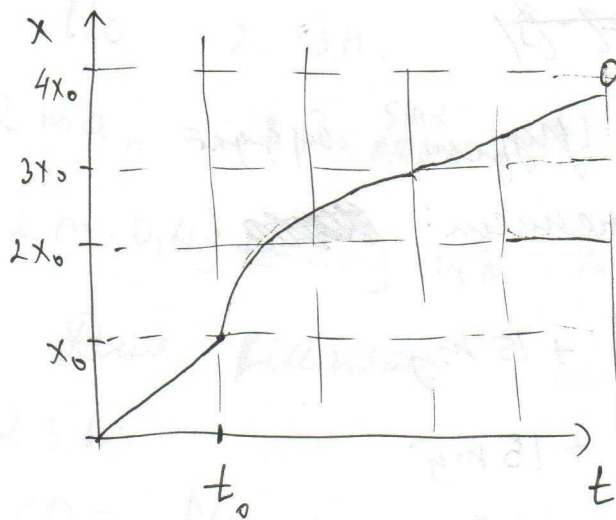
$$X = \frac{T_1 \cdot L}{20 \text{ mg}} = \frac{3 \text{ mg} \cdot L}{20 \text{ mg}} = \frac{3}{20} L = \frac{3}{20} \cdot 0,4 = 0,06 \text{ m}$$

Ответ:  $X = 0,06 \text{ m}$  справа от центра бруска





Построим график в координатах  $x(t)$



$$0-1: v_0 t_0 = x_0$$

$$t_0 = \frac{x_0}{v_0}$$

$$1-2: 3x_0 = x_0 + v_0 t_{12} - \frac{a t_{12}^2}{2}$$

$$2x_0 = v_0 t_{12} - \frac{a t_{12}^2}{2}$$

$$a = \frac{v_0 - \frac{v_0}{3}}{t_{12}} = \frac{2}{3} \frac{v_0}{t_{12}}$$

~~$$2x_0 = v_0 t_{12} - \frac{a t_{12}^2}{2}$$~~

~~$$x_0 = v_0 t_0$$~~

$$2x_0 = v_0 \cdot t_{12} - \frac{2 v_0 \cdot t_{12}^2}{3 \cdot 2 t_{12}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2x_0 = v_0 \cdot t_{12} - \frac{v_0 t_{12}}{3}$$

$$2x_0 = \frac{2}{3} v_0 t_{12}$$

$$\frac{x_0}{v_0} = t_0 \Rightarrow \frac{2x_0}{v_0} = \frac{2}{3} t_{12} \Rightarrow 2t_0 = \frac{2}{3} t_{12}$$

$$t_{12} = 3t_0$$

2-3:

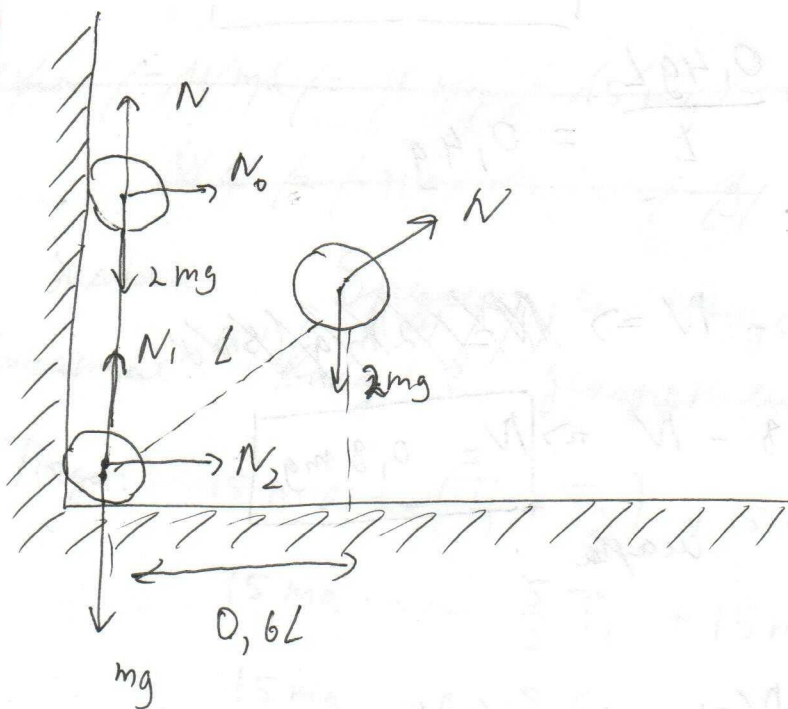
$$t_{23} = \frac{x_0}{v_0} \cdot 3 = 3t_0$$

T.O.

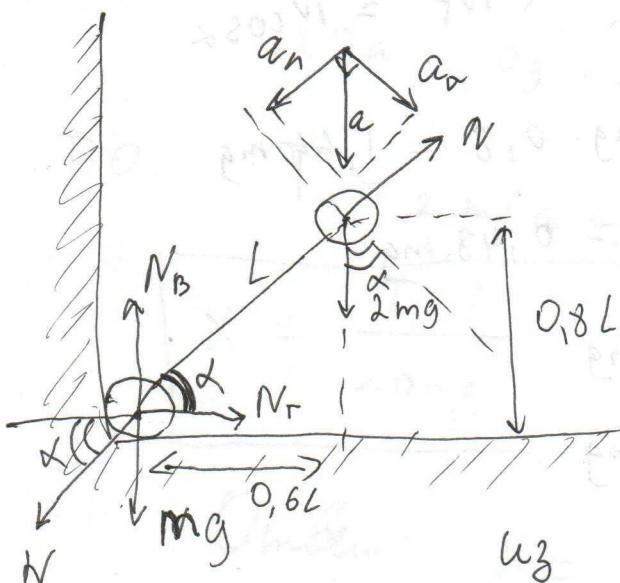
$$t = t_0 + 3t_0 + 3t_0 = 7t_0 = \frac{7x_0}{v_0}$$

Answer:  $t = \frac{7x_0}{v_0}$  ?

н5  
⊕



В ПРО МЕЖУТОЧНЫМ МОМЕНТ ВРЕМЕНИ:



По т. Пифаг. найдем

$$y = \sqrt{L^2 - (0.6L)^2} = 0.8L$$

$$\sin \alpha = 0.8$$

$$\cos \alpha = 0.6$$

Ускорение верхнего шара

2м шаров будет составлять

$$из a = \sqrt{a_n^2 + a_r^2} \text{ а будет}$$

направлено вдоль траектории

(вектор окружности). Рассмотрим движение



Верхнего шара, учитывая этот факт.

По 3СЭ:

~~$$2mgL = 2mg(L - 0,8L)$$~~

$$2mgL = 2mg \cdot 0,8L + \frac{2m\omega^2}{2} \quad | : 2m$$

$$gL = 0,8gL + \frac{\omega^2}{2} \Rightarrow \boxed{\omega = \sqrt{0,4gL}}$$

Тогда  $a_n = \frac{\omega^2}{L} = \frac{0,4gL}{L} = 0,4g$

По 2. 3.Н:

$$2ma_n = 2mg \sin \alpha - N \Rightarrow \cancel{N = 2mg \sin \alpha}$$

$$2m \cdot 0,4g = 2mg \cdot 0,8 - N \Rightarrow \boxed{N = 0,8mg}$$

Для нижнего шара:

По 2 3.Н:

$$\begin{cases} 0 = N_B - mg - N \sin \alpha \\ 0 = N_r - N \cos \alpha \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} N_B = mg + N \sin \alpha \\ N_r = N \cos \alpha \end{cases}$$

Т.О.  $N_B = mg + 0,8mg \cdot 0,8 = 1,64mg$

$$N_r = 0,8mg \cdot 0,6 = 0,48mg$$

Ответ:  $N_B = 1,64mg$

$$N_r = 0,48mg$$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

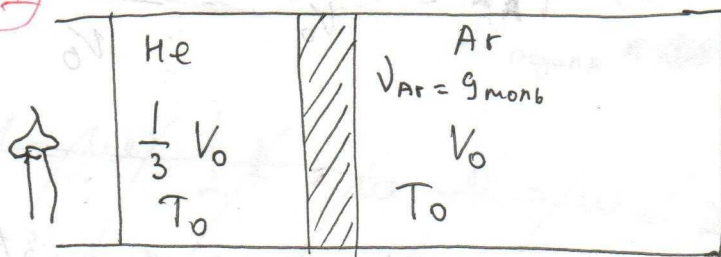
Шифр

50171

(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 2/10.5

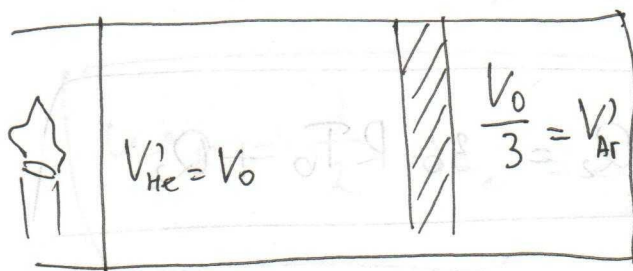
№ 6  $\oplus$  Изначальное состояние



$$P_{He} = P_{Ar} = P_0$$

$$\begin{cases} P_0 \cdot \frac{1}{3} V_0 = \nu_{He} R T_0 \\ P_0 \cdot V_0 = \nu_{Ar} R T_0 \end{cases} \Rightarrow \nu_{He} = \frac{1}{3} \nu_{Ar} = \frac{1}{3} \cdot 9 = 3 \text{ моль}$$

После включения и нагревания тела:



Общий объем сосуда равен:  $V = \frac{1}{3} V_0 + V_0 = \frac{4}{3} V_0$

Значит объем He после включения нагревания равен:  $V'_{He} = V - V'_{Ar} = \frac{4}{3} V_0 - \frac{V_0}{3} = V_0$

По I закону термодинамики:

$$Q_1 = \Delta U_{He} + A_{He}$$

$$\Delta U_{He} = \frac{3}{2} V_{He} R \Delta T = \frac{3}{2} V_{He} R (T - T_0)$$

$$A_{He} = \Delta U_{Ar} + A_{Ar}$$

$$\Delta U_{Ar} = \frac{3}{2} V_{Ar} R (T_0 - T_0) = 0$$

$$A_{Ar} = A_{He} = Q_1$$

$$P'_{Ar} \cdot \frac{V_0}{3} = V_{Ar} R T_0 \Rightarrow P'_{Ar} = \frac{V_{Ar} R T_0 \cdot 3}{V_0} = \frac{3 V_{Ar}}{V_0} R T_0 = 3 P_0$$

$$P'_{Ar} = P'_{He} = 3 P_0$$

$$P'_{He} V_0 = V_{He} R T \Rightarrow 3 P_0 V_0 = V_{He} R T \Rightarrow T = \frac{3 P_0 V_0}{V_{He} R} =$$

$$= 9 T_0$$

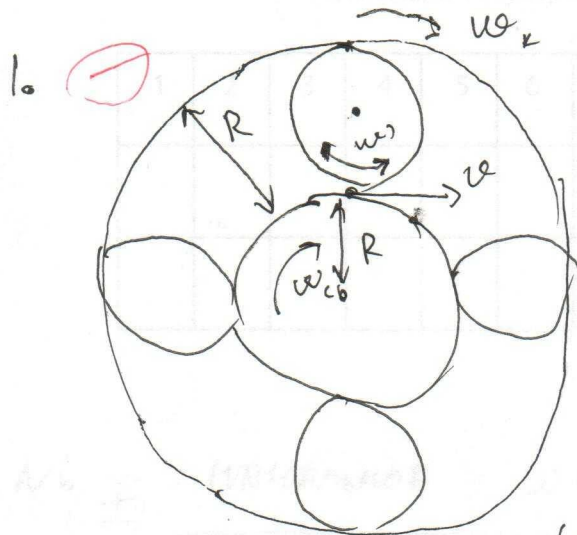
$$T.O. \Delta U_{He} = \frac{3}{2} V_{He} R (9 T_0 - T_0) = 12 V_{He} R T_0$$

$$A_{He} = Q_2$$

$$Q_1 = 12 \cdot 3 \cdot R T_0 + Q_2 = 36 R T_0 + Q_2$$

$$\text{Answer: } Q_1 = 36 R T_0 + Q_2$$





$$\begin{aligned} \omega_c &= \omega \\ \omega_R &= 4\omega \\ v &= \omega_c \cdot R = \omega \cdot \frac{1}{2} R \\ \omega_c &= \frac{1}{2} \omega = 7\omega = 2\omega_c = 2\omega \end{aligned}$$

$$\omega_{\text{погрун}} = \frac{v_{\text{погрун}}}{R + \frac{1}{2} R} = \frac{2}{3} \frac{v_{\text{погрун}}}{R}$$

~~$$v = \omega \cdot \frac{1}{2} R = \omega_c \cdot R = \omega_k \cdot 2R$$~~
~~$$\omega_{\text{погрун}} = \omega_k$$~~

$$\begin{aligned} v_{\text{погрун}} &= \omega_k \cdot 2R + \omega_c \cdot R = 4\omega \cdot 2R + \omega R = \\ &= 9\omega R \end{aligned}$$

$$\omega_{\text{погрун}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{9\omega R}{R} = \frac{14}{3} \omega = 6\omega$$

2. 
$$\omega_k = \frac{1}{2} \omega_c = \frac{1}{2} \omega$$