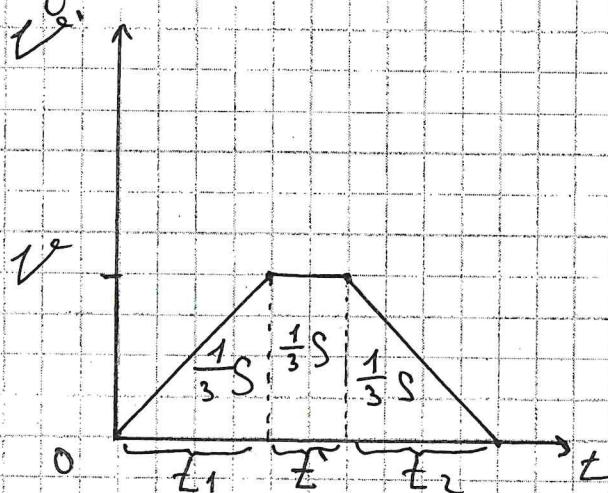


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
745		Червинецкая Н.С.	Жер
Шифр			041831

Задание ~1) - Представим на графике зависимость скорости Антона от времени



Из условия задачи известно, что при равном ускорении на одинаковом отрезке время одно и тоже

$$t_1 = t_2 = t \text{ м.к}$$

$$\frac{1}{3} S = v_0 t_1 + \frac{a t_1^2}{2}$$

$$\frac{1}{3} S = v_k t_2 + \frac{a t_2^2}{2}$$

$$\frac{a t_1^2}{2} = \frac{a t_2^2}{2} \Rightarrow t_1 = t_2 = t$$

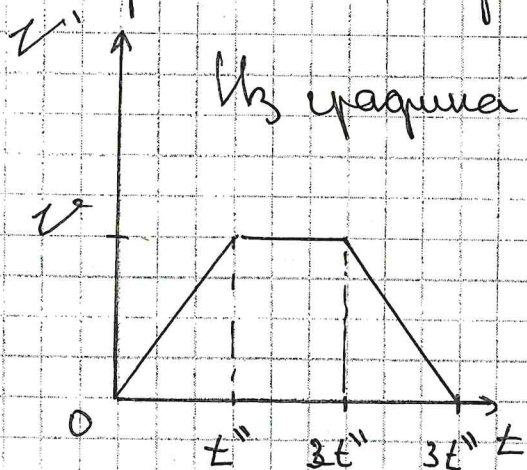
1) Пусть - площадь под графиком $v(t)$:

$$\textcircled{1} \frac{1}{3} S = \frac{v \cdot t_1}{2} = \frac{v \cdot t}{2}, \quad \frac{1}{3} S = \frac{v \cdot t}{2}, \quad \frac{1}{3} S = \frac{v \cdot t}{2}$$

$$\frac{1}{3} S = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{v \cdot t}{2} \Rightarrow t = \frac{2}{3} \frac{S}{v}$$

$$S = \frac{v \cdot t}{2} + v \cdot \frac{t}{2} + \frac{v \cdot t}{2} = \frac{3 v t}{2}$$

- Представим на графике зависимость скорости Бориса от времени



Из графика: 2) $S = \frac{v \cdot t''}{2} + v \cdot t'' + \frac{v \cdot t''}{2} =$

$$\frac{4 v t''}{2} = 2 v t''$$

$$3) \quad S = S$$

$$2 v t'' = \frac{3 v t}{2}$$

$$4 t'' = 3 t$$

$$t'' = \frac{3 t}{4}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

4) Общее время Антона:

$$t_A = 2t + \frac{t}{2} = 2,5t$$

Общее время Бориса:

$$t_B = 3t'' = \frac{3 \cdot 3t}{4} = 2,25t$$

$$\Delta t = t_A - t_B = 2,5t - 2,25t = 0,25t$$

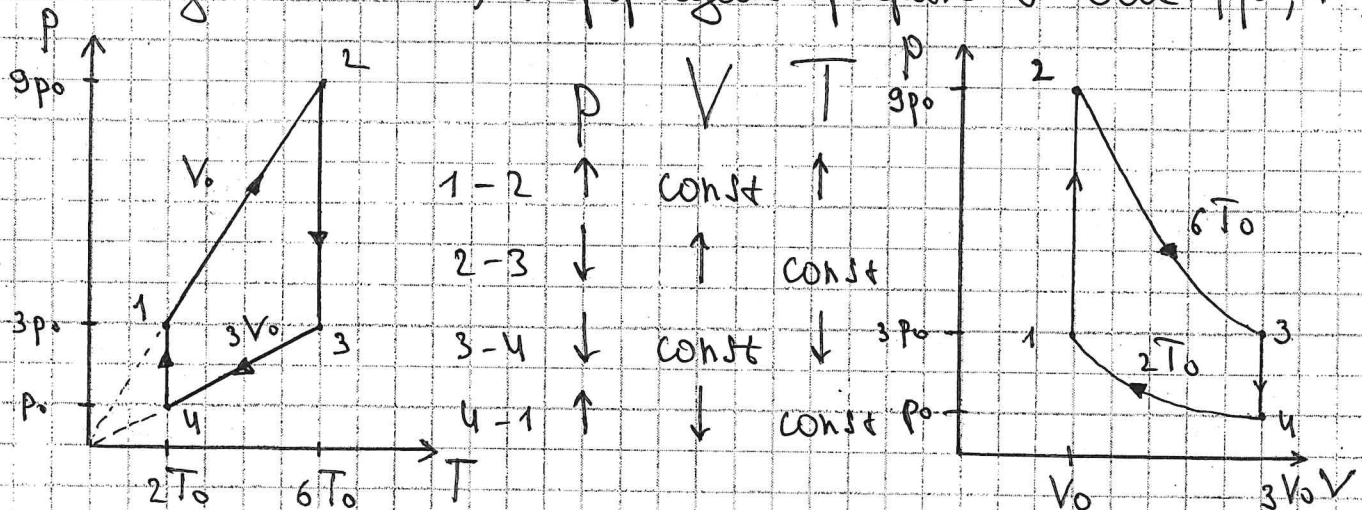
$$\textcircled{1} \frac{1}{3} S = \frac{Vt}{2} \Rightarrow t = \frac{2S}{3V} \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{1}{4} \cdot t = \frac{1}{4} \cdot \frac{2S}{3V} = \frac{S}{6V}$$

Ответ: первый кубиком

Борис; $\Delta t = \frac{S}{6V}$ 20%

Задание ~ 3) Перерисуем график в осн (p, V)



~~100%~~

$$p_1 = 3p_0, \quad T_1 = 2T_0, \quad V_1 = V_0$$

$$p_2 = 9p_0, \quad T_2 = 6T_0, \quad V_2 = V_0$$

$$p_3 = 3p_0, \quad T_3 = 6T_0, \quad V_3 = 3V_0$$

$$p_4 = p_0, \quad T_4 = 2T_0, \quad V_4 = 3V_0$$

- Рассмотрим 4-1 $T = \text{const} \Rightarrow p_1 V_1 = p_4 V_4$

$$\frac{V_1}{V_4} = \frac{p_4}{p_1} = \frac{p_0}{3p_0} = \frac{1}{3} \Rightarrow V_4 = 3V_1 = 3V_0$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задание 3) продолжение:

$$\eta = \frac{Q_H - |Q_X|}{Q_H} \quad \text{Из графика видно, что}$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{41}$$

$$Q_X = Q_{23} + Q_{34}$$

$$\cdot \quad Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12} ; \quad A_{12} = 0 \quad \text{т.к. } \Delta V = 0$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_2 - \frac{3}{2} \nu R T_1 =$$

$$\frac{3}{2} \nu R 6 T_0 - \frac{3}{2} \nu R 2 T_0 = 6 \nu R T_0$$

$$\cdot \quad Q_{41} = \Delta U_{41} + A_{41} ; \quad \Delta U_{41} = U_4 - U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_4 - \frac{3}{2} \nu R T_1 =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R 2 T_0 - \frac{3}{2} \nu R 2 T_0 = 0$$

$$\Rightarrow Q_{41} = A_{41} ; \quad A_{41} - \text{работа под графиком изотермы, с помощью интеграла } A_{41} = \nu R T_0 \ln \frac{V_4}{V_1}$$

$$Q_{41} = \nu R T_0 \ln \frac{3V_0}{V_0} \approx 2,2 \nu R T_0$$

$$\cdot \quad Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23} ; \quad (A_{23} = 0 \quad \text{т.к. } \Delta V = 0)$$

$$\Rightarrow Q_{23} = \Delta U_{23} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_3 - \frac{3}{2} \nu R T_2 =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R 6 T_0 - \frac{3}{2} \nu R 6 T_0 = 0$$

$$(\Delta U_{23} = 0 \quad \text{т.к. } U_2 = U_3 \Rightarrow \frac{3}{2} \nu R T_2 = \frac{3}{2} \nu R T_3)$$

$$Q_{23} = A_{23} ; \quad A_{23} - \text{работа под графиком изотермы, с помощью интеграла } A_{23} = \nu R T_0 \ln \frac{V_3}{V_2}$$

$$\Rightarrow A_{23} = \nu R T_0 \ln \frac{3V_0}{V_0} \approx 2,2 \nu R T_0 = Q_{23}$$

$$\cdot \quad Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34} \quad (A_{34} = 0 \quad \text{т.к. } \Delta V = 0)$$

$$Q_{34} = U_4 - U_3 = \frac{3}{2} \nu R T_4 - \frac{3}{2} \nu R T_3 = \frac{3}{2} \nu R 2 T_0 -$$

$$- \frac{3}{2} \nu R 6 T_0 = -6 \nu R T_0$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

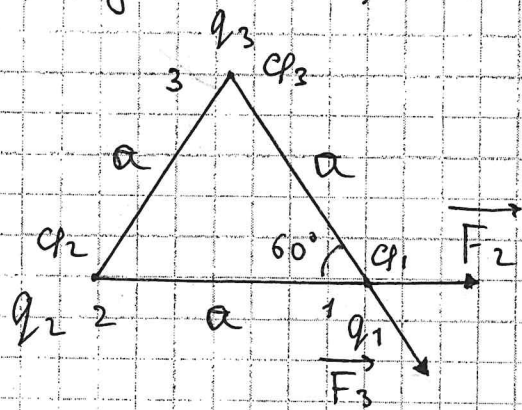
Задача ~ 3) продолжение:

$$\eta = \frac{Q_H - |Q_{x1}|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_{x1}|}{Q_H} = 1 - \frac{Q_{23} + Q_{34}}{Q_{12} + Q_{41}} =$$

$$= 1 - \frac{6,6 \text{ JRT}_0 - 6 \text{ JRT}_0}{6 \text{ JRT}_0 + 2,2 \text{ JRT}_0} = 1 - \frac{0,6}{8,8} \approx 0,84 \approx 84\%$$

Ответ: ~~83%~~ 84% — 180

Задача ~ 4)



а - сторона треугольника

q_1, q_2, q_3 - заряды шариков

F_2 - сила, с которой 2 шарик действует на 1

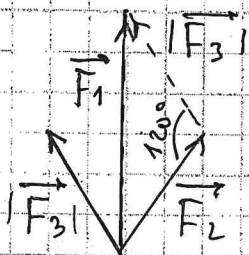
F_3 - сила, с которой 3 шарик действует на 1

$$q = \frac{kq}{r} \quad F = \frac{kq_1q_2}{r^2} \quad q = \frac{C_1\Gamma}{k}$$

$$F_3 = \frac{kq_1q_3}{r^2} = \frac{kC_1\Gamma \cdot C_3\Gamma}{k \cdot k \cdot \Gamma^2} = \frac{C_1C_3}{k}$$

$$F_2 = \frac{kq_1q_2}{r^2} = \frac{kC_1\Gamma \cdot C_2\Gamma}{k \cdot k \cdot \Gamma^2} = \frac{C_1C_2}{k}$$

По теореме косинусов:



$$F_1^2 = F_2^2 + F_3^2 - 2\cos 120^\circ F_2 \cdot F_3 =$$

$$\left(\frac{C_1C_3}{k}\right)^2 + \left(\frac{C_1C_2}{k}\right)^2 + \frac{C_1C_3}{k} \cdot \frac{C_1C_2}{k} =$$

$$\frac{C_1^2C_3^2 + C_1^2C_2^2 + C_1^2C_3C_2}{k^2} = \frac{C_1^2}{k^2} (C_3^2 + C_2^2 + C_3C_2)$$

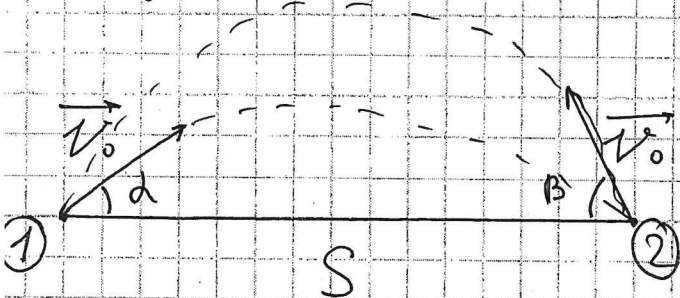
$$F_1 = \frac{C_1}{k} \sqrt{C_3^2 + C_2^2 + C_3C_2}$$

Ответ: $\frac{C_1}{k} \sqrt{C_2^2 + C_2C_3 + C_3^2} = ?$ 180

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача 2)

- Первый игрок под углом α к горизонту, когда второй игрок под углом β к горизонту



- Две первого игрок: Две второго игрок:

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

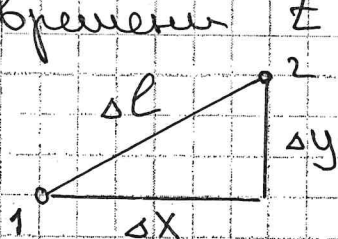
$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g}$$

Следовательно $\sin 2\alpha = \sin 2\beta$, тогда

$$2\alpha + 2\beta = 180^\circ \quad \alpha + \beta = 90^\circ \Rightarrow$$

$$\sin \alpha = \cos \beta; \quad \sin \beta = \cos \alpha$$

- Рассмотрим координаты в некоторый момент времени t :



$$\Delta l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$$

$$\Delta x = x_2 - x_1, \text{ где}$$

x_2 - координата 2 игрок по оси OX

x_1 - координата 1 игрок по оси OX

$$\text{где } \Delta y = y_2 - y_1, \text{ где}$$

y_2 - координата 2 игрок по оси OY

y_1 - координата 1 игрок по оси OY

$$\begin{cases} x_1 = v_0 \cos \alpha t \\ x_2 = S - v_0 \cos \beta t \\ y_1 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ y_2 = v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_1 = v_0 \cos \alpha t \\ x_2 = S - v_0 \sin \alpha t \\ y_1 = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ y_2 = v_0 \cos \alpha t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача ~ 2) продолжение:

$$\Delta x = x_2 - x_1 = S - v_0 \sin \alpha t - v_0 \cos \alpha t =$$

$$= S - v_0 t (\sin \alpha + \cos \alpha)$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 = v_0 \cos \alpha t - \frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t + \frac{gt^2}{2} =$$

$$= v_0 t (\cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$\Delta l = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = \sqrt{(S - v_0 t (\sin \alpha + \cos \alpha))^2 + (v_0 t (\cos \alpha - \sin \alpha))^2}$$

$$= \sqrt{(S + v_0 t (\sin \alpha + \cos \alpha))^2 + (v_0 t (\cos \alpha - \sin \alpha))^2} = \sqrt{S^2 + 2Sv_0 t (\cos \alpha - \sin \alpha) + 2v_0^2 t^2 (\cos \alpha - \sin \alpha)^2}$$

$$= \sqrt{S^2 + 2v_0 t (\cos \alpha - \sin \alpha) (S + v_0 t (\cos \alpha - \sin \alpha))}$$

$\Delta l > 0$ при любых значениях углов. Условию

задачи $\Rightarrow \Delta l \rightarrow \min$, когда $t \rightarrow \min$

$$t_{\min} = \frac{S}{2v_0 (\sin \alpha + \cos \alpha)}$$

Подставим значение в Δl .

$$\Delta l = \sqrt{S^2 + \frac{2v_0 \cdot S}{2v_0 (\sin \alpha + \cos \alpha)} (\cos \alpha - \sin \alpha) (S + \frac{v_0 S}{2v_0 (\sin \alpha + \cos \alpha)} (\cos \alpha - \sin \alpha))}$$

$$= \sqrt{S^2 + S (\cos \alpha - \sin \alpha) (S + \frac{S}{2} (\cos \alpha - \sin \alpha))}$$

Объем $\sqrt{S^2 + S (\cos \alpha - \sin \alpha) (S + \frac{S}{2} (\cos \alpha - \sin \alpha))}$

Задача ~ 5)

Дано:

$$V = 5000 \text{ м}^3 \quad c_{p1} = 0,1 \quad p_{n,n} = 9000 \text{ н}^2$$

$$p = 110 \text{ кПа} \quad p_0 = 100 \text{ кПа}$$

$$t = 316 \text{ К} \quad c_{p2} = 0,8$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача ~ 6) Кроссичение

Решение:

$$pV = \nu kT$$

$$\nu = \frac{pV}{kT} = \frac{110000 \cdot 5000}{8,31 \cdot 316} = 377006 \text{ молекул}$$

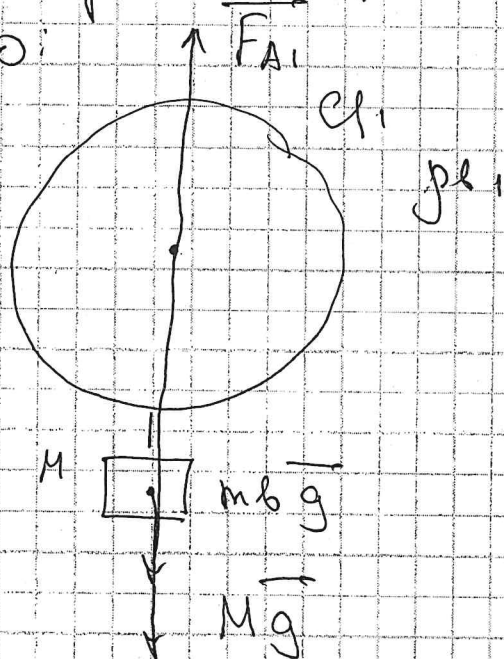
$$m_b = \mu \cdot \nu = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 377006 = 754 \text{ мкг}$$

$$c_1 = \frac{p_1}{p_{\text{н.н.}} \cdot 100}$$

$$p_1 = c_1 \cdot p_{\text{н.н.}} = 0,10 \cdot 8000 = 800 \text{ Па}$$

$$p_2 = c_2 \cdot p_{\text{н.н.}} = 0,8 \cdot 8000 = 6400 \text{ Па}$$

До:



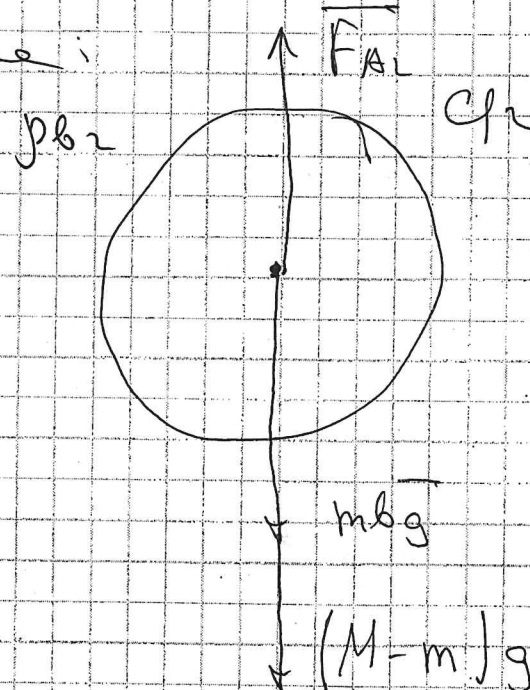
$$p_{b1} \cdot g \cdot V = m_b g + Mg$$

$$p_{b1} \cdot c_1 = \frac{p_{b1}}{p_{\text{н.н.}}}$$

$$p_{\text{н.н.}} =$$

$$c_1 \cdot p_{\text{н.н.}} \cdot g \cdot V = m_b g + Mg$$

После:



$$p_{b2} \cdot g \cdot V = m_b g + (M-m)g$$

$$c_2 = \frac{p_{b2}}{p_{\text{н.н.}}}$$

$$c_2 \cdot p_{\text{н.н.}} \cdot g \cdot V = m_b g + (M-m)g$$

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
Шифр			

Задача ~ 5) продолжение:

$$c_1 \rho n \cdot gV = m v_3 + Mg$$

$$c_2 \rho n \cdot gV = m v_3 + Mg - mg$$

$$c_1 \rho n \cdot gV - c_2 \rho n \cdot gV = mg$$

