

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
550		Червенецкая А.С. Жер	
Шифр			041820

1) А: $\frac{S}{3} = l$

$$t_{\text{всех}} = \frac{l}{v_{\text{ср}}} + \frac{l}{v} + \frac{l}{v_{\text{ср}}}$$

где $v_{\text{ср}} = \frac{v+v_0}{2} = \frac{v}{2}$, т.к. $v_0 = 0$ м/с

$$t_{\text{всех}} = \frac{2l}{v_{\text{ср}}} + \frac{l}{v} = \frac{4l}{v} + \frac{l}{v} = \frac{5l}{v} = \frac{5S}{v \cdot 3} = \frac{5}{3} \cdot \frac{S}{v}$$

Б: $\tau = \frac{l}{v}$

В-пути пройден. Б. за 1^ю и 3^ю треть времени.

$$l = \frac{a\tau^2}{2} \quad a = \frac{v-v_0}{2\tau} = \frac{v_{\text{ср}}}{\tau}$$

$$l = \frac{v_{\text{ср}}\tau^2}{2\tau} = \frac{v_{\text{ср}}\tau}{2} = \frac{v\tau}{4}$$

$$S = 2l + C$$

$C = v\tau$ C - путь за 2^ю треть времени

$$S = 2 \cdot \frac{v\tau}{4} + v\tau = \frac{v\tau}{2} + v\tau = \frac{3v\tau}{2} = \frac{3v\tau}{2 \cdot 3} = \frac{v\tau}{2}$$

$$t = \frac{2S}{v}$$

$$\Delta t = t - t_{\text{всех}} = \frac{2S}{v} - \frac{5}{3} \frac{S}{v} = \frac{1}{3} \frac{S}{v}$$

Ответ: $\frac{1}{3} \frac{S}{v}$

Пусть α - угол броска I фокусника
 β - II

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} - \text{дальность полёта мячика (формула из баллистики)}$$

Т.к. $v_{01} = v_{02}$ $g = \text{const}$ и $S = \text{const}$, то

$$\begin{cases} \sin 2\alpha = \sin 2\beta \\ \alpha \neq \beta \end{cases}$$

Т.о. $\alpha = 30^\circ$

$\beta = 60^\circ$

$$h_{\text{max}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} - \text{макс. высота подъёма мячика}$$

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} - \text{время полёта до точки нуля}$$

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

минимальное расстояние между мячами будет в момент, когда I мяч (брошенный под углом α) будет на максимальной высоте.

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = \frac{v_0}{2g}$$

$$h_{\max 1} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{v_0^2 \sin^2 30^\circ}{2g} = \frac{v_0^2}{8g}$$

Пусть подписание I формулировка - начнем координат

$\underline{x} \rightarrow \underline{y} \uparrow$

координаты I мяча в точке макс. подъема: $x_1 = \frac{S}{2}$

$$y_1 = h_{\max 1} = \frac{v_0^2}{8g}$$

Для II мяча

t_2 - время полета 2-го мяча (брошенного под углом β)

$$t_2 = \frac{2v_0 \sin \beta}{g} = \frac{\sqrt{3}v_0}{g}$$

$$v_{x2} = \frac{S}{t_2} = \frac{Sg}{\sqrt{3}v_0}$$

v_{x2} - перем. по Ox 2 мяча за время t_1

$$v_{x2} t_1 = \frac{Sg}{\sqrt{3}v_0} \cdot \frac{S}{2g} = \frac{S^2}{2\sqrt{3}v_0}$$

$$v_{2y} = v_0 t_1 + \frac{g(t_1)^2}{2} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{g v_0^2}{(2g)^2 \cdot 2} = \frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{8g} = \frac{5v_0^2}{8g}$$

проведем $\underline{x}'$ по с началом координат в $\frac{S}{2}$, тогда

Для 1 мяча: $x'_1 = 0$

Для 2 мяча: $x'_2 = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2\sqrt{3}}\right) S = \frac{3-\sqrt{3}}{6} S$

$$y_2 = \frac{5v_0^2}{8g}$$

L - рас-ие между мячами

$$L = \sqrt{(x'_2 - x'_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} = \sqrt{\left(0 - \frac{3-\sqrt{3}}{6} S\right)^2 + \left(\frac{5v_0^2}{8g} - \frac{v_0^2}{8g}\right)^2} =$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2-\sqrt{3}}{6} S\right)^2 + \left(\frac{v_0^2}{2g}\right)^2}$$

Выразим g через S и v_0 из формулы расстояния

$$g = \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{S} = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 60^\circ}{S} = \frac{\sqrt{3} v_0^2}{2S}$$

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

$$T.O. \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2 \cdot 2S}{2\sqrt{3}v_0^2} = \frac{S}{\sqrt{3}}$$

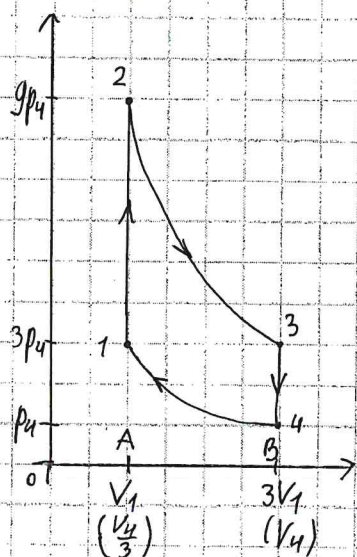
$$T.O. L = \sqrt{\frac{2-\sqrt{3}}{6} S^2 + \frac{S^2}{(\sqrt{3})^2}} = \sqrt{\frac{(2-\sqrt{3})+1}{6} S^2} = \sqrt{\left(\frac{2-\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{3}\right) S^2}$$

$$\approx 0,615 S$$

Ответ: $0,615 S$ — 15

~ 3

Перечертить график в оси pV :



$$pV = \nu RT$$

$$1. p_1 V_1 = \nu RT_1$$

$$3 p_4 V_1 = \nu RT_4$$

$$V_1 = \frac{\nu RT_4}{3 p_4} = V_2$$

$$\frac{V_4}{V_1} = \frac{1}{3}$$

$$Q = \Delta U + A_r = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_r$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_2 - T_1) + 0 =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (3T_4 - T_1) = 3 \nu R T_4$$

$$Q_{34} = \frac{3}{2} \nu R (T_4 - T_3) + 0 =$$

$$= \frac{3}{2} \nu R (T_4 - 3T_4) =$$

$$= -3 \nu R T_4$$

$$Q_{23} = A_{r23}$$

$$Q_{41} = A_{r41}$$

работу газа можно найти как площадь под графиком процесса

Интегрируя в осях pV я получил:

$$A_{r23} = 4 p_4 V_4 \cdot \frac{9,8875}{12} = 4 \nu R T_4 \cdot \frac{9,8875}{12} = \nu R T_4 \cdot \frac{9,8875}{3}$$

$$A_{r41} = - p_4 V_4 \cdot \frac{3,2958}{3}$$

$$\eta = \frac{Q_H - |Q_X|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_X|}{Q_H} = 1 - \frac{|Q_{34} + Q_{41}|}{Q_{12} + Q_{23}} = 1 - \frac{|\nu R T_4 (-3 - \frac{3,2958}{4})|}{3 + \frac{9,8875}{3} \cdot \nu R T_4} =$$

$$= 0,393 (39\%)$$

Ответ: 39% — 15

~ 4

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

$$\begin{cases} \varphi_3' = \varphi_1 + \varphi_2 \\ \varphi_2' = \varphi_3 + \varphi_1 \\ \varphi_1' = \varphi_2 + \varphi_3 \\ \varphi = \frac{qk}{r} \\ F = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} \end{cases} \quad \sim 4$$

$$F_1 = F_2 + F_3 = k \frac{|q_1| |q_2|}{r^2} + k \frac{|q_1| |q_3|}{r^2} = \frac{k |q_1|}{r^2} (|q_2| + |q_3|) =$$

$$= \frac{(\varphi_2 + \varphi_3) (2\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)}{k}$$

Answer: $\frac{(\varphi_2 + \varphi_3) (2\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3)}{k}$ — 6 б

$$\begin{aligned} V &= 5000 \\ p &= 1,1 \cdot 10^5 \\ p_0 &= 10^5 \\ T_0 &= 316 \text{ K} \\ \varphi_1 &= 0,1 \\ \varphi_2 &= 0,9 \\ p_{\text{нп}} &= 9000 \text{ Па} \\ i &= 5 \\ M &= 2 \cdot 10^{-3} \\ M_{\text{н}} &= 29 \cdot 10^{-3} \end{aligned}$$

$$pV = \nu RT \quad \sim 5$$

$$p = \frac{pRT}{M} \Rightarrow p = \frac{M p}{RT}$$

$$p_1 = \varphi_1 \cdot p_{\text{нп}} = 900 \text{ Па}$$

$$p_2 = \varphi_2 \cdot p_{\text{нп}} = 8100 \text{ Па}$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 7200 \text{ Па}$$

$$mg + m_{\text{н}} g = p_{\text{в}} g V$$

$$m + m_{\text{н}} = p_{\text{в}} V$$

$$m + \frac{M_{\text{н}} p V}{RT} = \frac{M_{\text{в}} p V}{RT}$$

$$\Delta m = \frac{M_{\text{в}} \Delta p V}{RT} - \frac{M_{\text{н}} \Delta p V}{RT} = \frac{\Delta p}{RT} \cdot (M_{\text{в}} - M_{\text{н}}) \cdot V = \frac{7200 \cdot (29 - 2) \cdot 10^{-3} \cdot 5000}{8,31 \cdot 316} =$$

$$= 370 \text{ кг}$$

Answer: 370 кг — 10 б