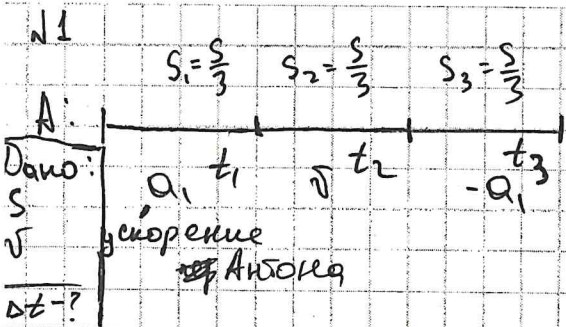


Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
905		Червinskaya АС	АЧер
Шифр			041743



по условию Антона разделим на три
равных отрезка по расстоянию.

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

для первого отрезка $\frac{S}{3} = \frac{v_{k1}^2 - v_{01}^2}{2a_1}$, при этом $v_{01} = 0$

$$\frac{S}{3} = \frac{v_{k1}^2}{2a_1}$$

для третьего отрезка: $\frac{S}{3} = \frac{v_{k3}^2 - v_{03}^2}{-2a_1}$, т.к. замедлялся
убывала v с a_1 же ускорением,
при этом $v_{k3} = 0$

$$\frac{S}{3} = \frac{S}{3}, \text{ значит } S_1 = S_3$$

$$\frac{v_{k1}^2}{2a_1} = \frac{v_{03}^2}{2a_1} \Rightarrow v_{k1} = v_{03}$$

$v_{k1} = v_{03}$, тогда $t_1 = t_3$, т.к.

расстояния $\frac{S}{3}$ для обоих.

при этом $v_{k1} = v_{03} = v$
т.к. во втором
участке он
бежал с a_1

общее расстояние (по Антону):

$$S = S_1 + S_2 + S_3 = 2S_1 + S_2 =$$

$$= 2 \frac{a_1 t_1^2}{2} + v t_2$$

t_2 — время, ~~сколько~~ сколько
он бежал с постоянной скоростью v

$$S = a_1 t_1^2 + v t_2, \text{ при этом } v = a_1 t_1,$$

т.к. до этого
он бежал с ускорением

$$S = a_1 t_1^2 + a_1 t_1 t_2$$

$$2 t_2 = t_1$$

иначе

$$S = a_1 (2 t_2)^2 + a_1 2 t_2 t_2 =$$

$$= 4 a_1 t_2^2 + 2 a_1 t_2^2 =$$

$$= 6 a_1 t_2^2$$

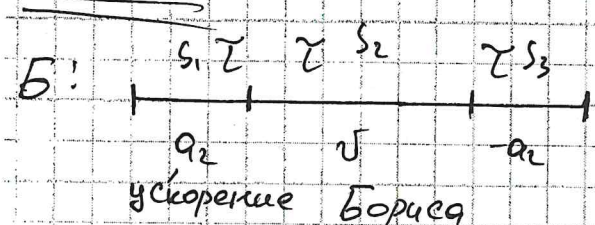
Известно:

$$\frac{S}{3} = v t_2 = a_1 t_1 t_2$$

$$\frac{2S}{3} = a_1 t_1^2$$

$\Rightarrow$

$$2 a_1 t_1 t_2 = a_1 t_1^2 \Rightarrow 2 t_2 = t_1$$



формула $S = \frac{v_k + v_0}{2} t$

для S_1 : $S_1 = \frac{v_{k1} + v_{01}}{2} t_1$, при этом $v_{01} = 0$

$$S_1 = \frac{v_{k1}}{2} t_1$$

для S_3 : $S_3 = \frac{v_{k3} + v_{03}}{2} t_3$, при этом $v_{k3} = 0$

$$S_3 = \frac{v_{03}}{2} t_3$$

затем общее расстояние (по Борису):

$$S = S_1 + S_2 + S_3 =$$

$$= 2S_1 + S_2 = 2 \cdot \frac{a_2 t_1^2}{2} + v t_2$$

при этом $v = a_2 t_1$, т.к. скорость
он набирает на S_1 , значит

$$S = a_2 t_1^2 + a_2 t_1 t_2 = 2 a_2 t_1^2$$

также известно $v_{03} = v_{k1} = v$, т.к.
на S_2 он бежал с постоянной v ,
значит $S_1 = S_3$ (t — общее, $v_{03} = v_{k1}$)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

№1 (продолжение)

Имеем:

$$S = 2q_2 \tau^2$$

$$S = 6q_1 t_2^2$$

Также на вторых участках оба бежали с одинаковой $\sqrt{\quad}$, значит $q_2 \tau = q_1 t_1$, также $t_1 = 2t_2$

$$\begin{cases} 2q_2 \tau^2 = 6q_1 t_2^2 \\ q_2 \tau = q_1 t_1 \\ t_1 = 2t_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2(q_2 \tau) \tau = 6q_1 t_2^2 \\ 2q_1 t_1 \tau = 6q_1 t_2^2 \end{cases}$$

$$4q_1 t_2 \tau = 6q_1 t_2^2$$

Всего Антон бежал:

$$4\tau = 6t_2 \Rightarrow \tau = \frac{6t_2}{4} = \frac{3}{2}t_2$$

$$t_{\text{общ А}} = t_1 + t_2 + t_3 =$$

$$= 2t_1 + t_2 = 4t_2 + t_2 = 5t_2, \text{ т.к. } t_1 = t_3, t_1 = 2t_2$$

Всего Борис бежал:

$$t_{\text{общ Б}} = 3\tau = \frac{3 \cdot 3}{2} t_2 = 4,5t_2, \text{ т.к. } \tau = \frac{3}{2}t_2, \text{ значит}$$

$5t_2 > 4,5t_2$, значит Борис пришел к финишу первым.

$$\Delta t = t_{\text{общ А}} - t_{\text{общ Б}} = 5t_2 - 4,5t_2 = 0,5t_2, \text{ при этом}$$

$$\frac{S}{3} = 5t_2 \Rightarrow t_2 = \frac{S}{3 \cdot 5} \Rightarrow \Delta t = \frac{t_2}{2} = \frac{S}{6 \cdot 5}$$

$$\text{Ответ: } \Delta t = \frac{S}{6 \cdot 5}$$

Борис пришел к финишу первым.

№2

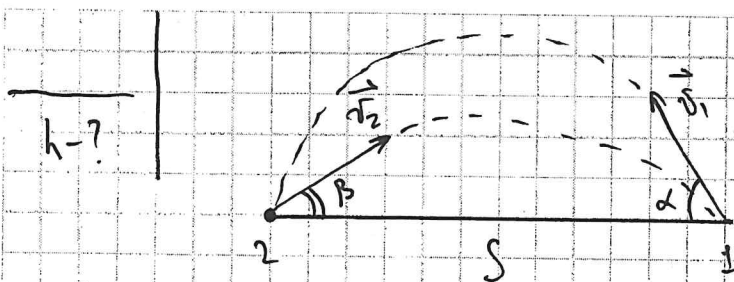
Дано:

Решение:

Jo
S

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр



известно, что

$$S = v_0 \sin \alpha \cdot t \quad (1)$$

при этом

$$\frac{gt}{2} = v_0 \cos \alpha \Rightarrow t = \frac{2v_0 \cos \alpha}{g} \quad (2)$$

(2) → (1)

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

аналогично можно сделать с углом β , тогда

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

$$\sin 2\alpha = \sin 2\beta$$

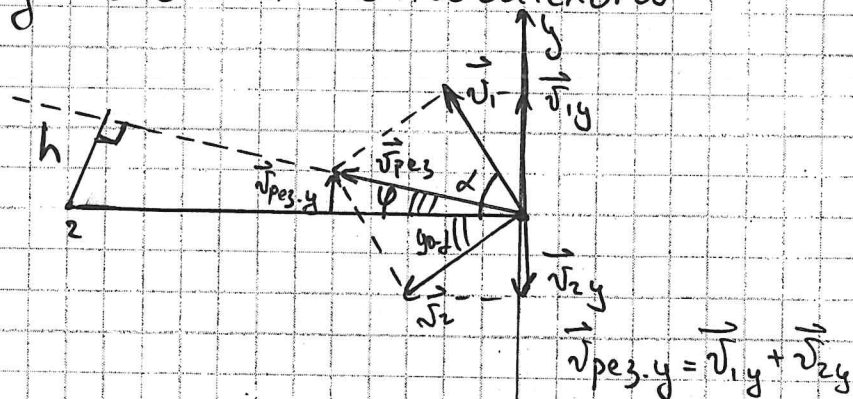
$$2\alpha = 2\beta, \text{ невозможно по условию}$$

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

Перейдём в систему отсчёта относительно тела 2 (жонглёра)

$$|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2| = v_0$$

$$\vec{v}_{\text{рез}} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$



из рисунка:

$$\begin{cases} h = S \cdot \sin \varphi \quad (7) \\ v_{\text{рез}} = \sqrt{2} v_0 \text{ (по Th пифагора)} \quad (3) \end{cases}$$

$$v_{\text{рез}} \cdot \sin \varphi = v_0 (\sin \alpha + \cos \alpha) \text{ - из проекции} \quad (4)$$

(3) → (4)

$$\sqrt{2} v_0 \sin \varphi = v_0 (\sin \alpha + \cos \alpha) \quad | : v_0$$

$$\sin \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin \alpha + \frac{\sqrt{2}}{2} \cos \alpha = \sin \left(\frac{\pi}{4} + \alpha \right)$$

по формуле сложения углов:

$$\sin^2 \varphi = \sin^2 \left(\frac{\pi}{4} + \alpha \right) = \frac{1 - \cos(\frac{\pi}{2} - 2\alpha)}{2}, \text{ при этом } \cos \left(\frac{\pi}{2} - 2\alpha \right) = \sin 2\alpha$$

$$\sin^2 \varphi = \frac{1 - \sin 2\alpha}{2} \quad (6)$$

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

12 (продолжение)

из формулы

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow \sin 2\alpha = \frac{Sg}{v_0^2} \quad (5)$$

(5) $\rightarrow$ (6)

$$\sin^2 \varphi = \frac{1 - \frac{Sg}{v_0^2}}{2} = \frac{v_0^2 - Sg}{2v_0^2}$$

$$\sin \varphi = \sqrt{\frac{v_0^2 - Sg}{2v_0^2}} \quad (8)$$

(8) $\rightarrow$ (7)

$$h = S \cdot \sqrt{\frac{v_0^2 - Sg}{2v_0^2}}$$

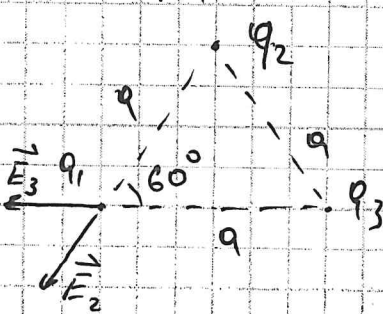
Ответ: $h = S \sqrt{\frac{v_0^2 - Sg}{2v_0^2}}$

14

Дано:

Решение:

φ_1
 φ_2
 φ_3
 $F_1 = ?$



на заряд q_1 действуют напряжённости

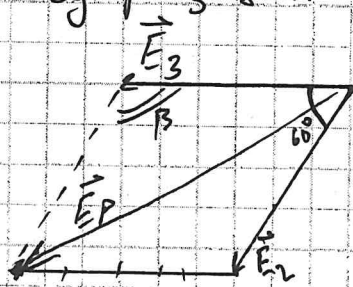
E_2 и E_3 при этом направленные от зарядов q_2 и q_3 , т.к. (заряды +)

Пусть сторона равностороннего Δ

a , тогда $\varphi = \frac{kq}{a} \quad (1) \quad E = \frac{kq}{a^2} \quad (2)$

из принципа суперпозиции:

$$\vec{E}_p = \vec{E}_2 + \vec{E}_3$$



т.к. Δ равносторонний, то

$$\angle \beta = 180 - 60 = 120^\circ$$

из (1) и (2) $\Rightarrow E = \frac{q}{a^2} \quad (4)$

запишем $\vec{E}_p$ косинусов:

$$E_p^2 = E_3^2 + E_2^2 - 2 \cos 120^\circ E_3 E_2$$

$$\cos 120 = (-\frac{1}{2})$$

$$E_p^2 = E_3^2 + E_2^2 + E_3 E_2 \quad (3)$$

$$E_p = \sqrt{\frac{\varphi_3^2}{a^2} + \frac{\varphi_2^2}{a^2} + \frac{\varphi_3 \varphi_2}{a^2}} = \frac{1}{a} \sqrt{\varphi_3^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3 \varphi_2}$$

$$F_1 = \frac{q_1}{k} \sqrt{\varphi_3^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3 \varphi_2}$$

Ответ: $F_1 = \frac{\varphi_1}{k} \sqrt{\varphi_3^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3 \varphi_2} = ?$

т.к. при очень маленьких шариках, то можно считать их точ. заряд.

$$F_1 = E_p \cdot q_1$$

$$F_1 = \frac{q_1}{a^2} \sqrt{\varphi_3^2 + \varphi_2^2 + \varphi_3 \varphi_2}$$

из (1) $\Rightarrow \frac{q}{a} = \frac{\varphi}{a^2} \Rightarrow$

186

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

№3
Дано:
график
 $i=3$

Решение:

из графика: $P_1 = P_3$
 $P_4 = \frac{P_0}{3}$, $P_2 = 3P_0$

пусть $P_0 = P_1 = P_3$, тогда

из уравнения

для изотермических
процессов:

для 4-1

$$\frac{P_0 V_4}{3} = P_0 V_1 \Rightarrow$$

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

пусть $V_1 = V_0$, тогда

$$V_2 = V_0, V_4 = 3V_0$$

для 2-3:

$$3P_0 V_2 = P_0 V_3 \Rightarrow$$

$$3V_2 = V_3$$

$$3V_0 = V_3 \Rightarrow V_3 = 3V_0$$

$$1(V_0; P_0)$$

$$2(V_0; 3P_0)$$

$$3(3V_0; P_0)$$

$$4\left(\frac{P_0}{3}; 3V_0\right)$$

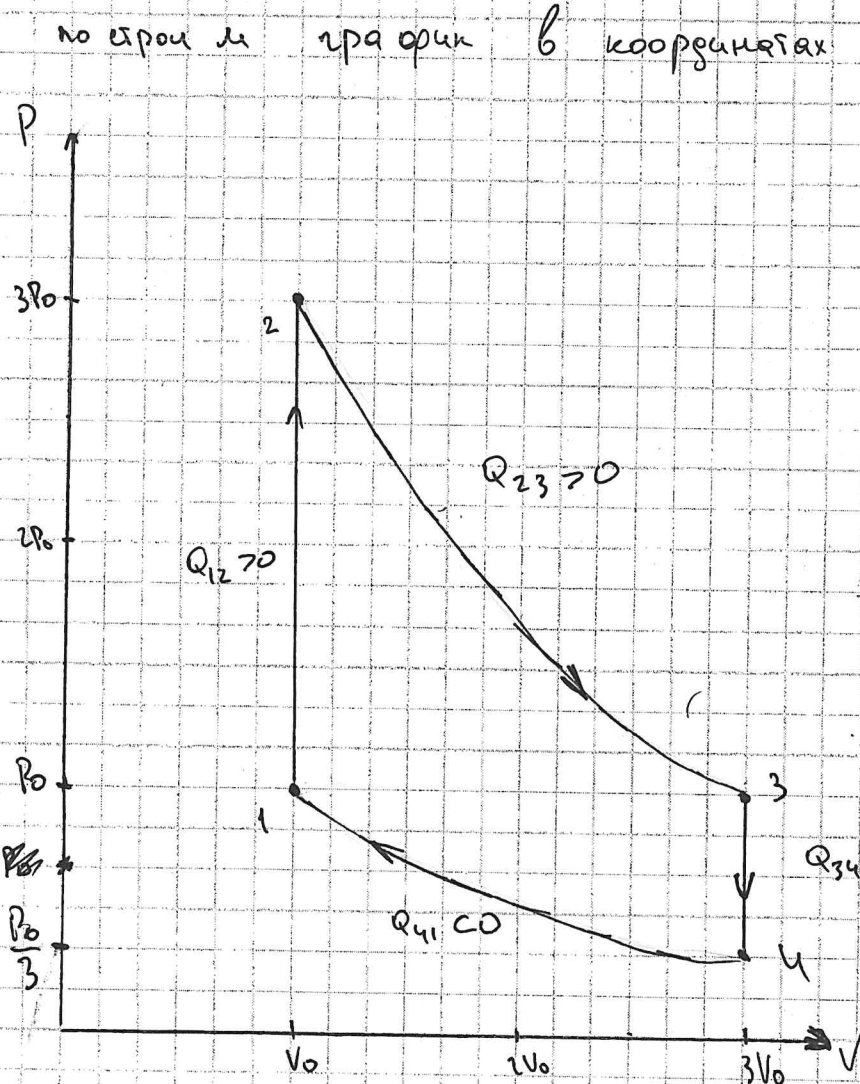
по I началу
термодинамики:

$$Q = \Delta U + A$$

$$Q_{12} = \Delta U_{12}, V = \text{const} \Rightarrow A = 0$$

$$Q_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (3T_0 - T_0) = \frac{3}{2} \nu R 2T_0 = 3\nu R T_0$$

$$Q_{23} = A_{23}, T = \text{const} \text{ для нахождения } A \text{ для изотермы}$$



Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

Шифр

№3 (продолжение)

используем формулу $A = \nu R T_A \ln \frac{V_K}{V_H} = \cancel{A}$

$$A_{23} = \cancel{\nu R T_A} \ln \frac{3V_0}{V_0} = \cancel{\nu R T_A} \ln 3 = 3 \nu R T_0 \ln 3$$

$$Q_{34} = \Delta U_{34}, \quad V = \text{const} \Rightarrow A = 0$$

$$Q_{34} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R (T_0 - 3T_0) = \frac{3}{2} \nu R (-2T_0) = -3 \nu R T_0$$

$$Q_{41} = A_{41}, \quad \Delta U_{41} = 0, \quad T = \text{const}$$

$$Q_{41} = \cancel{\nu R T_A} \ln \frac{V_0}{3V_0} = \cancel{\nu R T_A} \ln \frac{1}{3} = -\cancel{\nu R T_A} \ln 3 = -\nu R T_0 \ln 3$$

$$\eta = \frac{Q_H - Q_K}{Q_H} \cdot 100\%$$

$$Q_H = Q_{12} + Q_{23} = 3 \nu R T_0 + 3 \nu R T_0 \ln 3 = 3 \nu R T_0 (1 + \ln 3)$$

$$Q_K = |Q_{34}| + |Q_{41}| = |-3 \nu R T_0| + |-\nu R T_0 \ln 3| = 3 \nu R T_0 + \nu R T_0 \ln 3 = \nu R T_0 (3 + \ln 3)$$

$$\eta = \left(\frac{Q_H - Q_K}{Q_H} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{3 \nu R T_0 (1 + \ln 3)}{3 \nu R T_0 (1 + \ln 3)} \right) \cdot 100\%$$

$$\eta = \left(\frac{Q_H - Q_K}{Q_H} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{Q_K}{Q_H} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{\nu R T_0 (3 + \ln 3)}{3 \nu R T_0 (1 + \ln 3)} \right) \cdot 100\% =$$

$$= \left(1 - \frac{3 + \ln 3}{3(1 + \ln 3)} \right) \cdot 100\% \approx 35\% \quad \text{Ответ: } 35\%$$

№5

Дано:

$$P_{H1} = 8000 \text{ Па}$$

$$V = 5000 \text{ м}^3$$

$$P_{H2} = 110 \text{ кПа}$$

$$t_1 = 43^\circ \text{C}$$

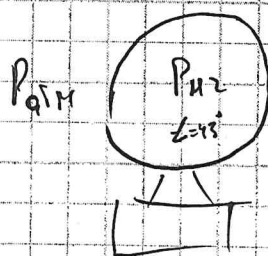
$$\varphi = 10\% = 0,1$$

$$P_{O1} = 100 \text{ кПа}$$

$$\varphi = 90\% = 0,9$$

$$m = 1$$

Решение:



$$t = 43^\circ$$

Влажность пар не изменяется

значит $P_{H2} = P_{\text{пар}}$

из закона Дальтона: $P_{\text{пар}} = P_0 + \varphi_1 \cdot P_{H1} + P_{\text{оболочки}}$

1-й случай:

$$P_{H2} = P_0 + \varphi_1 \cdot P_{H1} + P_{\text{оболочки}}, \text{ где } P_{O2} = P_{H2} - P_0 - \varphi_1 \cdot P_{H1} =$$

$$= 110 \cdot 10^3 \text{ Па} - 100 \cdot 10^3 \text{ Па} - 0,1 \cdot 8000 \text{ Па} = 9100 \text{ Па}$$

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

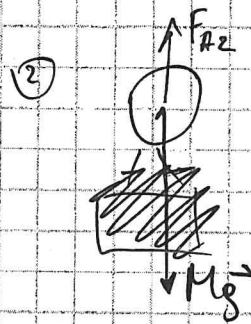
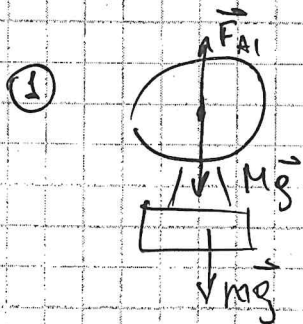
15 (продолжение)

2-ой случай

изменение

$P_{из.2} = \cancel{P_0} + P_2 P_{из.1} + P_{об}$, V — ^{увеличение} ~~увеличение~~ оболочки
будет крайне мало.

$$P_{из.2} = 100 \text{ кПа} + 0,9 \cdot 9000 \text{ Па} + 5100 \text{ Па} = 117200 \text{ Па}$$



из 2-ого 3-ья Ньютона:

$$1: F_{A1} = Mg - mg$$

M — масса оболочки (самого шара)

$$2: F_{A2} = Mg$$

F_{A1} — сила Архимеда 1-й случай

F_{A2} — сила Архимеда 2-й случай

$$F_{A1} = \rho_{жид} V g$$

$$F_{A2} = \rho_{жид} (\cancel{V} + \Delta V) g \quad \Delta V \text{ — изменение объёма}$$

Так всё происходит
при $\bar{r} = \text{const}$

$$P_{из} V = P_{из.2} (V + \Delta V)$$

$$\cancel{9000} V = 117200$$

$M = ?$

128