

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись
788		Червоний М	Мер
Шифр			041714

Дано: S, v ; $\Delta t = ?$
Решение: Пусть ускорение Антона на 1-м и 3-м участках a_1 , а ускорение на Бориса на участках 1 и 3 a_2 . Пусть Антон пробегает путь за время t_1, t_2 и t_3 ; т.к. на 1-м и 3-м участках путь и он ускоряется и замедляется с одинаковым ускорением проходит одинаковый путь, то т.к.

$$S = \frac{v_0 + v}{2} \cdot t = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow \text{что}$$

$$t_1 = t_3 \Rightarrow \frac{S}{3} = \frac{a_1 t_1^2}{2}; \quad \frac{S}{3} = v t_2, \text{ где } v = a_1 t_1 \Rightarrow$$

$$a_1 t_1 t_2 = \frac{a_1 t_1^2}{2} \Rightarrow t_1 = 2 t_2 \Rightarrow \text{что весь путь } S \text{ Антон проходит за}$$

$$S = \frac{a_1 t_1^2}{2} + \frac{a_1 t_1^2}{2} + a_1 t_1 t_2 = 4 a_1 t_2^2 + 2 a_1 t_2^2 = 6 a_1 t_2^2$$

Рассмотрим бег Бориса, пусть он пробегает весь путь S за время $3T$ тогда на каждую треть времени от затрат T ;

Пусть S_1, S_2, S_3 - пути пройденные Борисом за T ; $2T$ и $3T$ часть времени; т.к. $1T$ и $3T$

части он бежит равноускоренно и равнозамедленно, то

$$S_1 = \frac{a_2 T^2}{2}; \quad S_3 = v T - \frac{a_2 T^2}{2}, \text{ где } v = a_2 T \Rightarrow \text{что } S_3 = a_2 T^2 - \frac{a_2 T^2}{2} = \frac{a_2 T^2}{2}$$

следовательно $S_1 = S_3$, тогда весь путь $S = a_2 T^2 + a_2 T^2 = 2 a_2 T^2$

Т.к. скорости на 2-х участках пути у А и Б равны, то

$$\begin{cases} a_1 t_1 = a_2 T \\ 6 a_1 t_2^2 = 2 a_2 T^2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 2 a_1 t_2 = a_2 T \\ 6 a_1 t_2^2 = 2 a_2 T^2 \end{cases} \Rightarrow T = \frac{3}{2} t_2$$

Т.к. Борис затратил на весь путь $3T = \frac{9}{2} t_2$, а Антон $5t_2 = 4t_2 + t_2$, то

$$\Delta t = 5t_2 - 4,5t_2 = 0,5t_2, \text{ т.к. } \frac{S}{B} = v T \Rightarrow \text{что } t_2 = \frac{S}{3v} \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{S}{6v}; \text{ т.к. Борис затратил на весь путь } 4,5t_2, \text{ а Антон } 5t_2, \text{ то Борис пробежал быстрее Антона на } \Delta t = \frac{S}{6v}; \text{ Ответ: } \Delta t = \frac{S}{6v}$$

100%

Общий балл	Дата	Ф.И.О. Жюри	Подпись

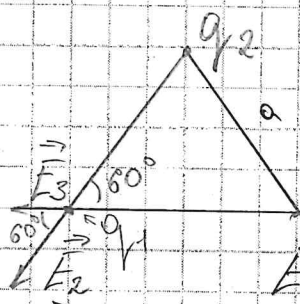
Шифр

4.

Дано:

$\varphi_1; \varphi_2; \varphi_3;$

$F_1 - ?$



Решение: Пусть сторона треугольника равна a . Тогда $\varphi_1 = \frac{kq_1}{a}$; $\varphi_2 = \frac{kq_2}{a}$

$\varphi_3 = \frac{kq_3}{a}$; т.к. заряды точечные, то

$$E_1 = \frac{kq_1}{a^2} \quad E_2 = \frac{kq_2}{a^2} \quad E_3 = \frac{kq_3}{a^2}; \quad F_1 = q_1 E_P, \text{ где}$$

$$\vec{E}_P = \vec{E}_2 + \vec{E}_3 \text{ - по принципу суперпозиции}$$

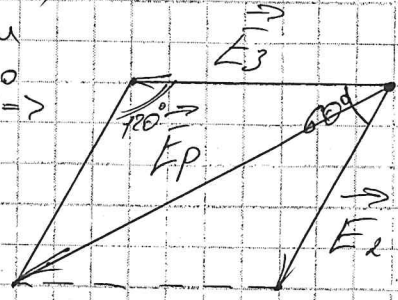
$$\text{По т.т. косинусов} \quad E_P^2 = E_2^2 + E_3^2 - 2E_2E_3\cos 120^\circ \Rightarrow$$

$$E_P = \sqrt{E_2^2 + E_3^2 - 2 \cdot (-0,5) E_2 E_3} =$$

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

$$F_1 = \frac{q_1}{a} \cdot \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3}; \text{ т.к. } \frac{\varphi_1}{k} = \frac{q_1}{a}, \text{ то } F_1 =$$

$$= \frac{\varphi_1}{k} \cdot \sqrt{\varphi_2^2 + \varphi_3^2 + \varphi_2 \varphi_3}$$



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

2.

Дано:

$S; V_0;$

$h - ?$

Решение:

Т.к. движение по условию к горизонту, то

(1) $S = V_0 \cos \alpha \cdot t$, где t - время полёта, т.к. нет сопротивления ветра, то

$$t = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g} \Rightarrow S = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}, \text{ аналогично}$$

где (2) $S = \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g} \Rightarrow \text{что } \frac{V_0^2 \sin 2\beta}{g} = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow \sin 2\beta = \sin 2\alpha \Rightarrow$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{2} - \beta$$

Перейдём в систему отсчёта связанную со стрелочником



$$V_{1y} = V_0 \sin \alpha; \quad V_{2y} = V_0 \cos \alpha$$

$$\vec{V}_{0THy} = \vec{V}_{1y} + \vec{V}_{2y} \Rightarrow V_{0THy} = V_0 (\sin \alpha - \cos \alpha); \quad \vec{V}_{0TH} = \vec{V}_0 + \vec{V}_0 \Rightarrow V_{0TH} = \sqrt{2} V_0$$

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

$$\begin{cases} h = S \sin \varphi \\ v_{отн} \sin \varphi = v_0 (\sin \alpha - \cos \alpha) \Rightarrow \sqrt{2} v_0 \sin \varphi = v_0 (\sin \alpha - \cos \alpha) \\ v_{отн} = \sqrt{2} v_0 \end{cases}$$

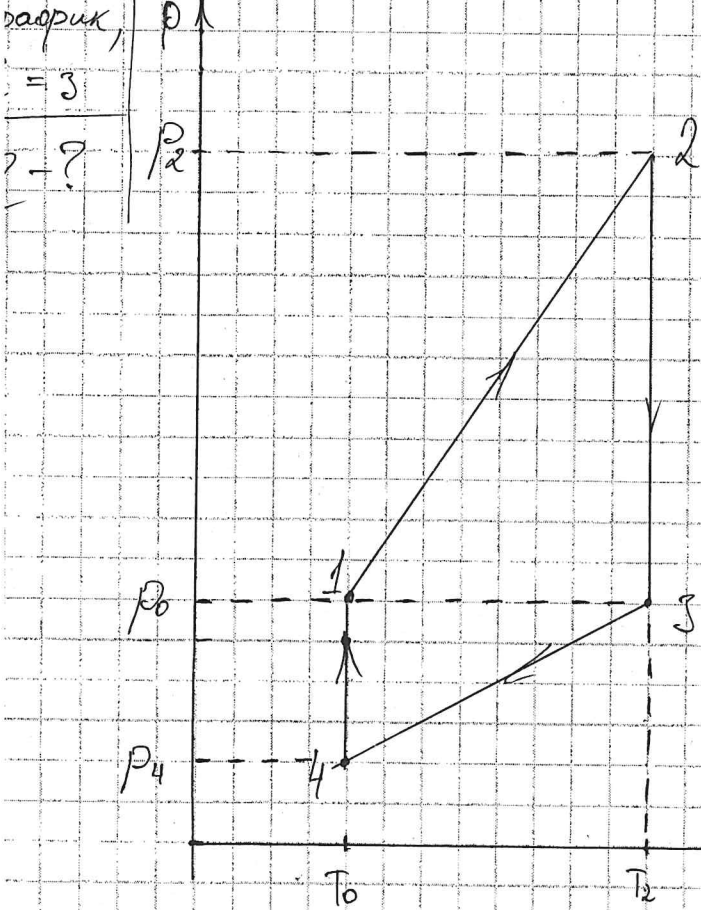
$$\sin \varphi = \frac{\sqrt{2}}{2} \sin \alpha - \frac{\sqrt{2}}{2} \cos \alpha \Rightarrow \sin \varphi = \sin\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right), \text{ по формуле приведения } \sin^2\left(\frac{\pi}{4} - \alpha\right) = \frac{1 - \cos(\frac{\pi}{2} - 2\alpha)}{2}; \text{ т.к. } \cos(\frac{\pi}{2} - 2\alpha) = \sin 2\alpha, \text{ то } \sin \varphi = \sqrt{\frac{1 - \sin 2\alpha}{2}}; \text{ т.к. } \sin 2\alpha = \frac{S_0}{v_0^2}, \text{ то}$$

$$\sin \varphi = \sqrt{\frac{1 - \frac{S_0}{v_0^2}}{2}} \Rightarrow h = S \cdot \sqrt{\frac{v_0^2 - S_0}{2v_0^2}}$$

Ответ: $h = S \sqrt{\frac{v_0^2 - S_0}{2v_0^2}}$

3.

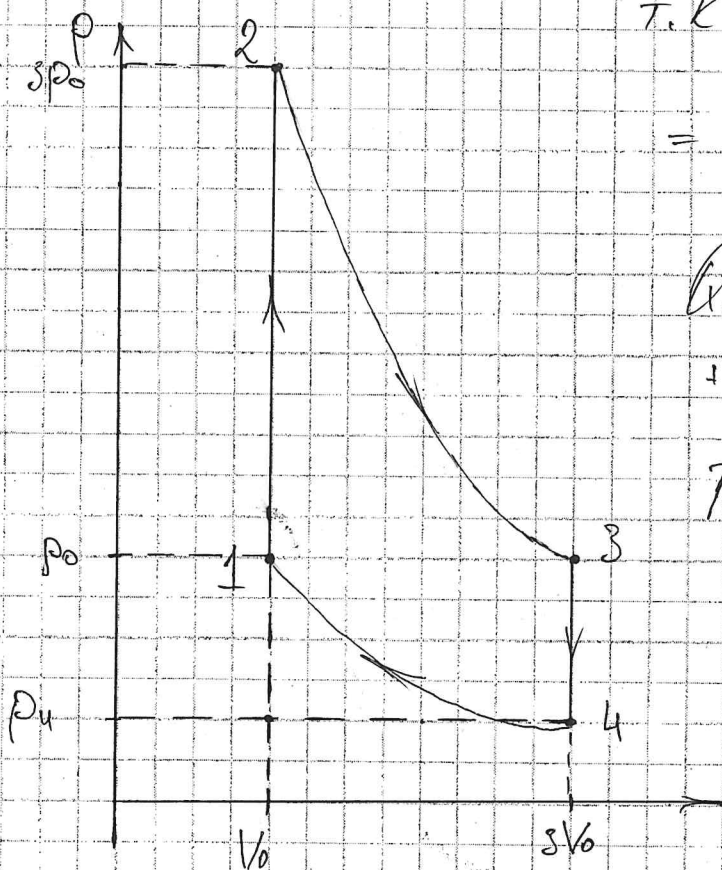
Дано: Решение:



Т.к. в процессах 1-2 и 3-4 $T = \text{const}$, то это изотермы; т.к. в процессах 2-3 и 4-1 $P = \text{const}$, то 2-3 и 4-1 - изохоры.

Пусть $P_1 = P_0 \Rightarrow P_3 = P_0, P_4 = \frac{P_0}{3}$
Пусть $T_1 = T_0 \Rightarrow T_4 = T_0, T_2 = T_3 = 3T_0$
 $P_2 = 3P_0$;
перенесём данный график в P - T -координаты с учётом полученного масштаба

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



т.к. $\eta = \frac{A}{Q_H} \cdot 100\% =$
 $= \left(1 - \frac{Q_X}{Q_H}\right) \cdot 100\%, \text{ то}$

$Q_H = Q_{12} + Q_{23}$ $Q_X = |Q_{34}| +$
 $+ |Q_{41}|$ (1-2 и 2-3 - получаем тепло, а в 3-4 и 4-1 - отдаём)

Тогда из 1 начала
термодинамики $Q = \Delta U + A$

тогда $Q_{12} = \Delta U$ т.к. $A=0$

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

$Q_{23} = A$ т.к. $T = \text{const}$

тогда по формуле $A = \nu R T \ln \frac{V_K}{V_H} \Rightarrow Q_{23} = 3\nu R T_0 \ln \frac{3V_0}{V_0} =$

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

т.к. в 4-1 $T = \text{const}$, то $Q_{41} = A_{41} = \nu R T_0 \cdot \ln \frac{V_0}{3V_0} = -\nu R T_0 \ln 3 \Rightarrow$

то $Q_H = 3\nu R T_0 (1 + \ln 3)$; $Q_X = 3\nu R T_0 + \nu R T_0 \ln 3 \Rightarrow$

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

$\approx 35\%$

Ответ: $\eta = 35\%$