

Олимпиада «Физтех» по физике, с

Класс 09

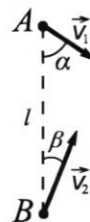
Вариант 09-01

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вл

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1 = 10$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$. Скорость торпеды $V_2 = 20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.

1) Найдите $\sin \beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S = 770$ м?



2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 0,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом φ к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1 = 1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h = 0,8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

Массы бруска и шарика одинаковы.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластилина заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

4. Два свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1 = 60$ м/с и $V_2 = 80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

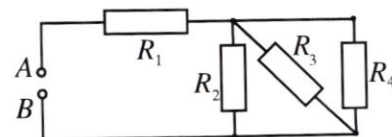
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№4 продолжение

Закон сохранения энергии:

$$K_1 + K_2 = K_3 + \Delta Q \quad K_1, K_2, K_3 - \text{кинетическая энергия}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv_3^2}{2} + c \cdot 2\pi \cdot \Delta t$$

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} = v_3^2 + 2c \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - v_3^2}{2c}$$

$$\Delta t = \frac{\frac{3600}{2} + \frac{6400}{2} - 50^2}{2 \cdot 130} = \frac{1800 + 3200 - 2500}{260} = \frac{2500}{260} = \frac{250}{26} = \frac{125}{13} =$$

$$= 9 \frac{8}{13} ^\circ \text{C}$$

Ответ: $v_3 = 50 \text{ м/с}$; $\Delta t = 9 \frac{8}{13} ^\circ \text{C}$

№5

Дано:

$$U_0 = 38 \text{ В}$$

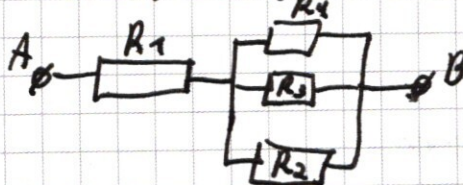
$$r = 0.1 \text{ Ом}$$

$$R_{AB} = ?$$

$$I_4 = ?$$

Решение:

Эквивалентная схема:



$$R_{AB} = R_1 + R_{234}$$

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r} = \frac{1}{r} + \frac{1}{4r} = \frac{5}{4r}$$

$$R_{234} = \frac{4}{5} r$$

$$R_{4B} = R_1 + R_{234} = 3r + \frac{4}{5}r = 3,8r$$

$$U_2 = U_3 = U_4$$

$$I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3 = I_4 \cdot R_4$$

$$I_2 \cdot 2r = I_3 \cdot 2r = I_4 \cdot 4r$$

$$I_4 = \frac{1}{2} I_2 > \frac{1}{2} I_3$$

$$I_2 = 2I_4 \quad I_3 = 2I_4$$

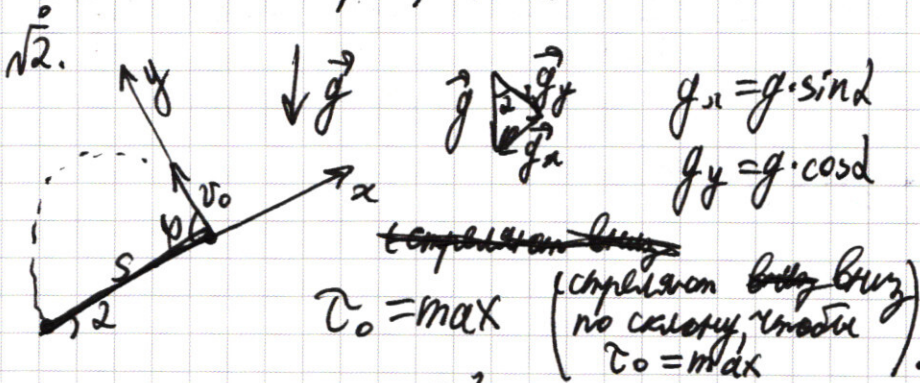
$$I_{AB} = I_1 = I_2 + I_3 + I_4 = I_4 + 2I_4 + 2I_4 = 5I_4$$

$$I_4 = \frac{1}{5} I_{AB}$$

$$I_4 = \frac{1}{5} \cdot \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{1}{5} \cdot \frac{U_{AB}}{3,8 \Omega}$$

$$I_4 = \frac{1}{5} \cdot \frac{38 \text{ V}}{38 \cdot 10 \Omega} = \frac{1}{5} \cdot 1 = \frac{1}{5} \text{ A}$$

Ans: $R_{AB} = 3,8 \Omega; I_u = \frac{1}{5} A$



$$v_0 \cdot \cos \varphi \cdot r_0 + \frac{g_x \cdot r_0^2}{2} = S$$

$$v_0 \cdot \cos \varphi \cdot t_0 + \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t_0^2}{2} = s$$

$$v_0 = \cos \psi \cdot c_0 + \frac{10 \cdot \sin 30^\circ}{2} \cdot c_0^2 = 800$$

$$2,5 \cdot 10^2 + 10 \cdot \cos 40^\circ \cdot 10 - \cancel{50} - 800 = 0$$

$$v_{0x} \tau_0 = \frac{-v_0 \cos \varphi + \sqrt{v_0^2 \cos^2 \varphi + 4 \cdot 800 \cdot 2,5}}{5}$$

$$r_0 = \frac{-v_0 \cdot \cos \varphi - \sqrt{v_0^2 \cdot \cos^2 \varphi + 4 \cdot 800 \cdot 2,5}}{5} \quad \text{— постоянный коэффициент, т.к. } r_0 = \max$$

☐ черновик ☒ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № 3
(Нумеровать только чистовики)



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) I_4 = \frac{1}{5} I_{AB} = \frac{1}{5} \cdot \frac{U_{AB}}{R_{AB}} = \frac{1}{5} \cdot \frac{38 \text{ В}}{3,8 \cdot 10^3 \Omega} = \frac{1}{5} \cdot 7 = \frac{7}{5} \text{ А.}$$

№1

Дано:

$$v_1 = 10 \text{ м/с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$v_2 = 20 \text{ м/с}$$

$$l = 1 \text{ км}$$

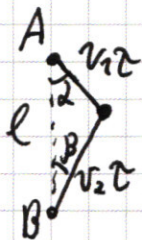
$$S = 440 \text{ м}$$

sin β - ?

T - ?

Переводы:

Решение:

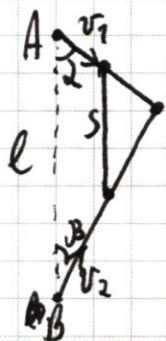


По теореме синусов:

$$\frac{v_2 \cdot t}{\sin \alpha} = \frac{v_1 \cdot t}{\sin \beta}$$

$$\sin \beta = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{v_2}$$

$$\sin \beta = \frac{10 \text{ м/с} \cdot \sin 60^\circ}{20 \text{ м/с}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$



$$(v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cdot \cos \beta) \cdot T = l - S$$

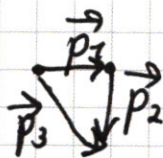
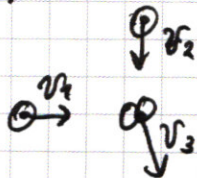
$$T = \frac{l - S}{v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cdot \cos \beta} = \frac{l - S}{v_1 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + v_2 \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \beta}}$$

$$T = \frac{1000 \text{ м} - 440 \text{ м}}{10 \text{ м/с} \cdot \sqrt{1 - \frac{3}{16}} + 20 \text{ м/с} \cdot \sqrt{1 - \frac{3}{16}}} = \frac{230}{10 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}} \text{ с}$$

$$= \frac{230}{5(1 + \sqrt{3})} \text{ с} = \frac{46}{1 + \sqrt{3}} \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } \sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}; T = \frac{46}{1 + \sqrt{3}} \text{ с}$$

№4.



$$m^2 v_1^2 + m^2 v_2^2 = (2m)^2 v_3^2$$

$$m^2 v_1^2 + m^2 v_2^2 = 4m^2 v_3^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 4v_3^2$$

$$v_3 = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{4}} = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2}$$

$$v_3 = \frac{\sqrt{3600 + 6400}}{2} = \frac{\sqrt{10000}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ м/с}$$

Дано:

$$v_1 = 60 \text{ м/с}$$

$$v_2 = 80 \text{ м/с}$$

$$C = 130 \frac{\text{Джоули}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

 v_3 - ? Δt - ?

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_0 = \frac{-v_0 \cdot \cos \varphi + \sqrt{v_0^2 \cdot \cos^2 \varphi + 8000}}{5}$$

$$v_0 = \max \text{ при } \cos \varphi = \min \Rightarrow \cos \varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 90^\circ$$

$$S = \underbrace{v_0 \cdot \cos \varphi \cdot t_0}_{0} + \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t_0^2}{2} = \frac{g \cdot \sin \alpha}{2} \cdot t_0^2$$

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

$$t_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 800 \text{ м}}{10 \cdot \sin 30^\circ}} = \sqrt{\frac{1600}{5}} = \frac{40}{\sqrt{5}} = 8\sqrt{5} \text{ с.}$$

$$v_0 \cdot \sin \varphi \cdot t_0 - \frac{g \cdot t_0^2}{2} = 0$$

$$v_0 \cdot t_0 = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t_0^2}{2}$$

$$v_0 = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t_0}{2}$$

$$v_0 = \frac{10 \cdot \cos 30^\circ \cdot 8\sqrt{5}}{2} = \frac{5 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 8\sqrt{5}}{2} = 20\sqrt{15} \text{ м/с.}$$

Ответ.: $\varphi = 90^\circ$; $v_0 = 20\sqrt{15} \text{ м/с.}$

№3.

Дано:

$$v_1 = 7 \text{ м/с.}$$

$$h = 0,3 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$v_2 = ?$$

$$\alpha = ?$$

Решение:

$$F_{\text{тр}} - mg \cdot \sin \alpha = ma$$

$$\mu N - mg \cdot \sin \alpha = ma$$

$$mg \cdot \cos \alpha \cdot \mu - mg \cdot \sin \alpha = ma$$

$$g(\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha) = a \quad (1)$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{16} = 4 \text{ м/с.}$$

$$h = \frac{g t_0^2}{2}$$

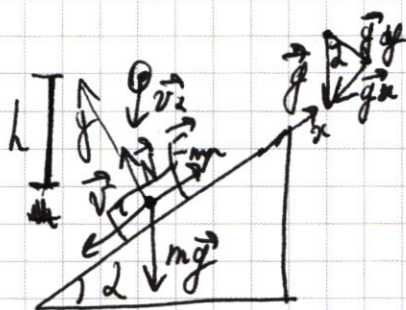
$$g t_0^2 v_2 - g t_0^2 = 0$$

$$v_2 = g t_0$$

$$t_0 = \frac{v_2}{g}$$

$$h = \frac{v_2^2}{2g}$$

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$



$$g_{\perp} = g \cdot \cos \alpha$$

$$g_{\parallel} = g \cdot \sin \alpha$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$8\sqrt{5}v_0 - 25\sqrt{3}v^2 = 400800$$

$$25\sqrt{3}v^2 - 8\sqrt{5}v_0 + 1600 = 0$$

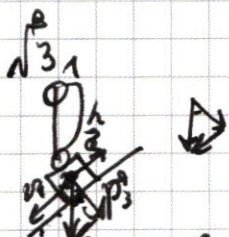
$$v^2 = 64.5 = 320$$

$$320 \cdot 25 = 840 + 160 = 900$$

$$25\sqrt{3} \cdot 320 - 8\sqrt{5}v_0 = -400 - 800$$

$$8\sqrt{5}v_0 - 800\sqrt{3} = 400800$$

$$4v_0 = \frac{400 + 800\sqrt{3}}{8\sqrt{5}} = \frac{100 + 100\sqrt{3}}{2\sqrt{5}} = 50\sqrt{5} + 20\sqrt{15} = 20(\sqrt{5} + \sqrt{15})$$



$$1) h = \frac{gT^2}{2} \quad v_1 = gT$$

$$T = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad v_1 = g \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2hg} = \sqrt{2 \cdot 9.8 \cdot 10} = \sqrt{196} = 14 \text{ м/с}$$

$$mg \sin \alpha$$

$$v_2 = 14 \text{ м/с}$$

$$a = \frac{mg \cos \alpha \cdot \mu}{m} = g \cos \alpha \cdot \mu$$

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

$$mg \cos \alpha \cdot \mu - mg \sin \alpha = ma$$

$$g(\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha) = a$$

$$\frac{mv_1^2}{2} = m \cdot g \sin \alpha \cdot s = 2g \sin \alpha$$

$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3$$

$$\cos \alpha \cdot \mu - \sin \alpha = \sin \alpha$$

$$S = v_1 \cdot t - \frac{at^2}{2} = \frac{v_1^2}{2a} \quad \sin \alpha = 0$$

$$\cos \alpha \cdot \mu = 2 \sin \alpha$$

$$v_1 = at$$

$$m_1 \cdot v_1$$

$$m_1 \cdot v_1 \cdot \cos \alpha = p_3$$

$$m_1 v_1 \sin \alpha + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) \cdot a \cdot t$$

$$m(v_1 \sin \alpha + v_2) = 2ma t$$

$$v_1 \sin \alpha + v_2 = 2at$$

$$4 \sin \alpha + 1 = 2 \sin \alpha \cdot \frac{v_1}{g \sin \alpha} = v_1 = 4$$

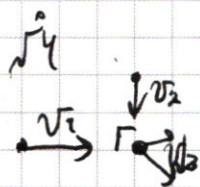
$$\frac{v_1^2}{2} = g \sin \alpha \cdot \frac{v_1^2}{2a}$$

$$a = 10 \cdot \frac{3}{4} = 7.5 \text{ м/с}^2$$

$$a = g \sin \alpha$$

$$t = \frac{v_1}{a} = \frac{v_1}{g \sin \alpha}$$

$$4 \sin \alpha = 3 \sin \alpha = \frac{3}{4}$$



$$v_1^2 m^2 + v_2^2 m^2 = 4m^2 \cdot v_3^2$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 4v_3^2$$

$$v_3 = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{4}} = \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} = \frac{\sqrt{3600 + 6400}}{2} = \frac{\sqrt{10000}}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ м/с.}$$

$$K_1 + K_2 = K_3 + Q$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv_3^2}{2} + c \cdot 2m \cdot \Delta t$$

$$\frac{3600}{2} + \frac{6400}{2} = \frac{2 \cdot 2500}{2} + 2 \cdot 230 \cdot \Delta t$$

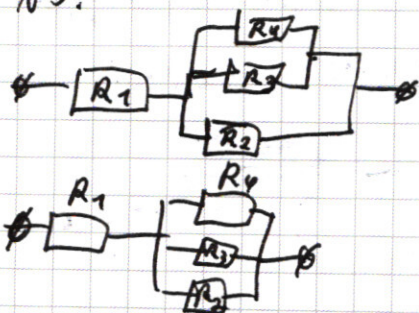
$$\frac{5000 - 2500}{2 \cdot 230} = \Delta t$$

$$\frac{2500}{2 \cdot 230} = \Delta t$$

$$\frac{1250}{230} = \Delta t$$

$$\frac{125}{23} = \Delta t \quad \frac{125}{23}$$

√5.



$$R_{AB} = R_1 + R_0$$

$$\frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{2r} + \frac{1}{4r} = \frac{1}{r} + \frac{1}{4r} = \frac{5}{4r}$$

$$R_0 = \frac{4}{5}r$$

$$1) R_{AB} = 3r + \frac{4}{5}r = 3,8r$$

$$I_4 = \frac{1}{2}I_3 = \frac{1}{2}I_2$$

$$I_4 \cdot 4r = I_3 \cdot 2r = I_2 \cdot 2r$$

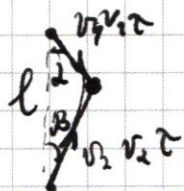
$$2) I_1 = I_4 + I_3 + I_2$$

$$U_{AB} = U_1 + U_4 = U_1 + U_3 = U_1 + U_2$$

$$I_1 = 5I_4 \quad I_4 = \frac{1}{5}I_1 = \frac{1}{5}I_{AB} \quad U_0 = I_1 \cdot 3r + I_4 \cdot 4r$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2



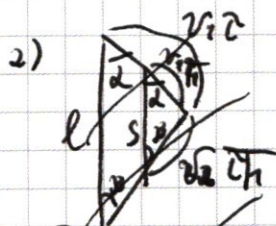
$$v_1^2 + l^2 - 2vl \cos \alpha$$

По теореме синусов:

$$\frac{v_1 \cdot l}{\sin \beta} = \frac{v_2 \cdot l}{\sin \alpha}$$

$$\sin \beta = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{v_2}$$

$$1) \sin \beta = \frac{10 \text{ км/ч} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{20 \text{ км/ч}} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$



По теореме синусов:

$$\frac{v_2 \cdot l}{\sin \alpha} = \frac{v_1 \cdot l}{\sin \beta} = \frac{S}{\sin(180^\circ - \alpha - \beta)} = \frac{S}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$\frac{v_2 \cdot l}{\sin \alpha} = \frac{S}{\sin(\alpha + \beta)}$$

$$S = \frac{v_2 \cdot l \cdot \sin(\alpha + \beta)}{\sin \alpha}$$

$$\frac{v_1 \cdot l}{\sin \beta} = \frac{S}{\sin(\alpha + \beta)} \Rightarrow \sin(\alpha + \beta) = \frac{S \sin \beta}{v_1 \cdot l}$$

$$S =$$

