

Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 09

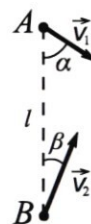
Вариант 09-01

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

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?

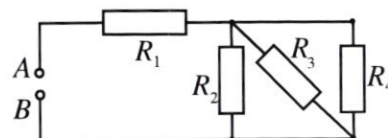
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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.

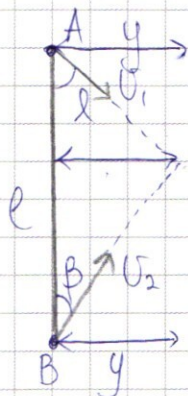
2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

- ① Дано: $l = 1 \text{ км}$ $U_1 = 10 \text{ м/с}$ $\alpha = 60^\circ$ $U_2 = 20 \text{ м/с}$
Найти: $x \approx 0,8 \text{ км}$ 1) $\sin \beta$ - ? 2) T когда $S = 770 \text{ м}$

Решение:



$$(1) y = U_1 \sin \alpha t = U_2 \sin \beta t$$

$$\frac{U_1}{U_2} \sin \alpha = \sin \beta$$

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} = \sin \beta$$

$$(2) l = S + U_1 \cos \alpha T + U_2 \cos \beta T$$

$$\frac{l - S}{U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta} = T \quad 1 = \sin^2 \beta + \cos^2 \beta$$

$$\frac{230}{5 \times \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{3}}{4}} = T$$

$$T \approx 10 \text{ с}$$

Ответ: 1) $\sin \beta = \sqrt{3}/4$ 2) $T \approx 10 \text{ с}$

② Дано: $\alpha = 30^\circ$ $S = 0,8 \text{ km}$

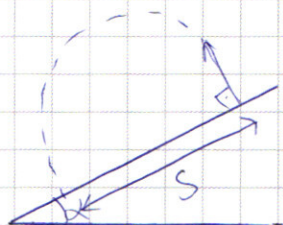
Найти: 1) φ - ? 2) U_0 - ?

Решение:

$$(1) 0 = U_0 \sin \varphi t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$\frac{2U_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} = t \quad \text{чтобы время было наименьшее}$$

$$\sin \varphi = 1 \quad \varphi = 90^\circ$$



$$\frac{2U_0}{g \cos \alpha} = t$$

$$(2) S = U_0 \cos \varphi t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2} \quad \cos \varphi = 0$$

$$\frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{2U_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = S$$

$$\frac{2U_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = S$$

$$\cos \alpha \sqrt{\frac{Sg}{2 \sin \alpha}} = U_0 = \sqrt{16} = 20 \sqrt{5} \text{ м/с}$$

Ответ: 1) $\varphi = 90^\circ$ 2) $U_0 = 20 \sqrt{5} \text{ м/с} \approx 80 \text{ м/с}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

③ Дано: $v_1 = 1 \text{ м/с}$ $h = 0,8 \text{ м}$

Найти: 1) $v_2 = ?$
2) $a = ?$

Решение:



$$(1) \frac{mv_2^2}{2} = mgh$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = 4 \text{ м/с}$$

$$(2) h = \frac{gt^2}{2} \Rightarrow \sqrt{2h/g} = t = 0,4 \text{ с}$$

$$(3) v - v_1 = at \Rightarrow v_1 + at = v$$

$$(4) \frac{v^2 - v_1^2}{2a} = s$$

$$(5) s = vt - \frac{at^2}{2}$$

$$\frac{v_1^2 + 2v_1at + v_1^2 - v_1^2}{2a} = (v_1 + at)t - \frac{at^2}{2}$$

$$v_1^2 + 2v_1at = 2av_1t + 2a^2t^2 - \frac{2a^2t^2}{2}$$

$$v_1 = at$$

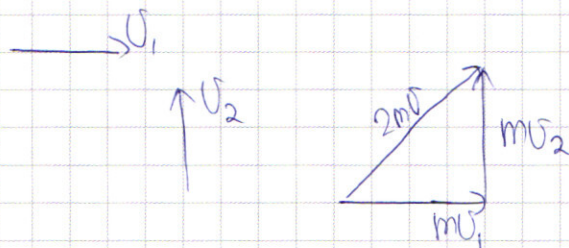
$$\frac{v_1}{t} = a = \frac{1}{0,4} = 2,5 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 1) $v_2 = 4 \text{ м/с}$ 2) $a = 2,5 \text{ м/с}^2$

(4) Дано: $U_1 = 60 \text{ м/с}$ $U_2 = 80 \text{ м/с}$

Найти: 1) U ? 2) Δt ? $c = 130 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$

Решение:



По теореме Пифагора

$$\begin{aligned} (1) \quad p_1^2 + p_2^2 &= p^2 \\ m^2 U_1^2 + m^2 U_2^2 &= 4m^2 U^2 \\ \frac{\sqrt{U_1^2 + U_2^2}}{2} &= U = 50 \text{ м/с} \end{aligned}$$

$$(2) \quad E_0 = \frac{mU_1^2}{2} + \frac{mU_2^2}{2}$$

$$(3) \quad E_f = \frac{2mU^2}{2}$$

$$\begin{aligned} (4) \quad E_0 - E_f &= 2mC\Delta t \\ \frac{m(U_1^2 + U_2^2 - 2U^2)}{2} &= 2mC\Delta t \\ \Delta t &\approx 10^\circ\text{C} \end{aligned}$$

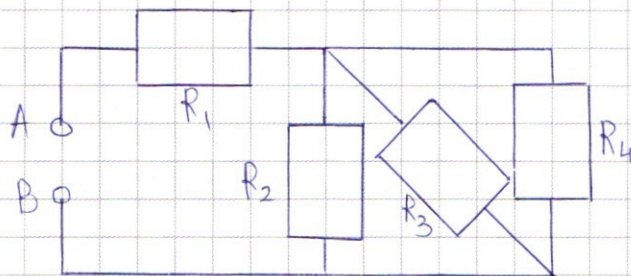
Ответ: 1) $U = 50 \text{ м/с}$ 2) $\Delta t = 10^\circ\text{C}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

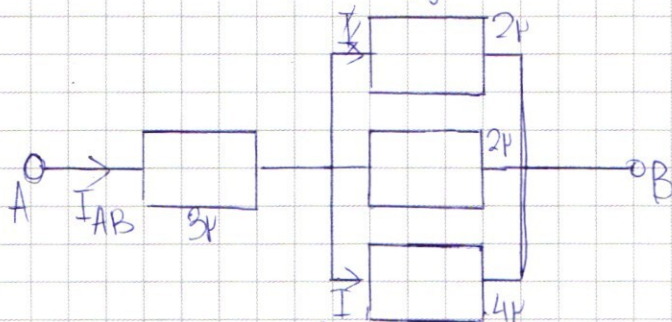
⑤ Дано: $R_1 = 3\text{ k}\Omega$ $R_2 = R_3 = 2\text{ k}\Omega$ $R_4 = 4\text{ k}\Omega$ $U = 38\text{ V}$

Найти: 1) $R_{AB} = ?$ 2) $I_{R_4} = ?$ через R_4 $r = 10\text{ }\Omega$

Решение:



Преобразуем



$$(1) \frac{2}{2\text{ k}} + \frac{2}{2\text{ k}} + \frac{1}{4\text{ k}} = \frac{1}{R'}$$

$$\frac{5}{4\text{ k}} = \frac{1}{R'}$$

$$R' = 0,8\text{ k}$$

$$(2) R' + 3\text{ k} = R_{AB} = 3,8\text{ k}$$

$$(3) U / R_{AB} = I_{AB} = 1\text{ A}$$

$$(4) I_{AB} \cdot 3\text{ k} + I \cdot 4\text{ k} = U$$

$$\frac{U - I_{AB} \cdot 3\text{ k}}{4\text{ k}} = I = \frac{38 - 1 \cdot 3 \cdot 10}{40} = \frac{8}{40} = 0,2\text{ A}$$

Ответ: $R_{AB} = 3,8\text{ k}$ $I = 0,2\text{ A}$

$$v - v_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}} \cdot a \quad v = a \sqrt{\frac{2h}{g}} + v_1 =$$

$$\frac{v^2 - v_1^2}{2a} = v \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} - \frac{a}{2} \cdot \frac{2h}{g} \quad v^2 = \frac{2ha^2}{g} + 2v_1 \sqrt{\frac{2h}{g}} + v_1^2$$

$$2av \sqrt{\frac{2h}{g}} - 2a^2 \frac{h}{g} = \frac{2ha^2}{g} + 2v_1 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$\frac{16}{10} \cdot 0,16 \cdot 0,4$$

$$v^2 - v_1^2 = 2av - a^2$$

$$\frac{a^2 h}{g} - 2av \sqrt{\frac{2h}{g}} + 2v_1 \sqrt{\frac{2h}{g}} = 0$$

$$0,4 \times 0,4 \quad a = \frac{2v_1 \sqrt{\frac{2h}{g}} \pm \sqrt{8v_1^2 h - \frac{4h}{g} \cdot \frac{2v_1^2 h}{g}}}{2 \cdot \frac{h}{g}}$$

$$\frac{0,8 \cdot 2}{10} = 0,16$$

$$\sqrt{64}$$

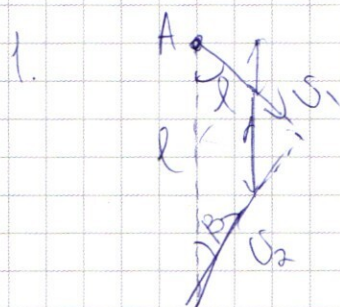
$$\frac{2 \cdot \frac{h}{g}}{2 \cdot 1 \cdot 0,4 \pm \sqrt{\frac{8 \cdot 0,8}{10} - \frac{8 \cdot 0,8}{10} \cdot 0,4}}$$

$$2 \cdot \frac{0,8}{10}$$

$$\frac{0,8}{64}$$

$$0,8 \pm$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$\sin \beta = ?$

$$U_1 \sin \alpha = U_2 \sin \beta$$

$$\frac{U_1 \sin \alpha}{U_2} = \sin \beta$$

$$\frac{10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4} = \sin \beta$$

$$\sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \cos \beta$$

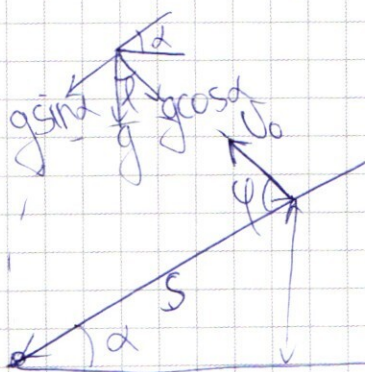
$$\frac{\sqrt{13}}{4} = \cos \beta$$

$$3,4^2 = 11,56$$

$$l - S = U_1 \cos \alpha + U_2 \cos \beta$$

$$l - 8,230 = 5 \cdot \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot 20$$

$$\frac{230}{5(1 + \sqrt{3})} = T$$



$$U_0 \cos \alpha + \frac{g \sin \alpha t^2}{2} = S$$

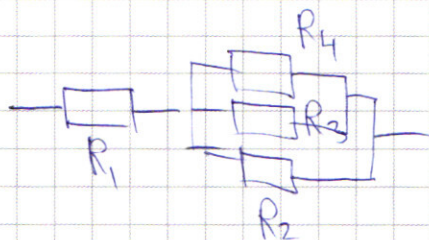
$$U_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} = 0$$

$$l = U_0 \cos \alpha \cdot \frac{2 U_0 \sin \alpha}{g \cos \alpha} + \frac{g \sin \alpha}{2} \frac{4 U_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2 \cos^2 \alpha} = t$$



$$R_1 = 3\text{ k}\Omega$$

$$R_2 = R_3 = 2\text{ k}\Omega \quad R_4 = 4\text{ k}\Omega$$



$$\frac{R_1 R_3}{R_4 + R_3} = \frac{4\text{ k}\Omega \cdot 2\text{ k}\Omega}{2\text{ k}\Omega + 4\text{ k}\Omega} = \frac{8\text{ k}\Omega^2}{6\text{ k}\Omega}$$

$$\frac{6}{8\text{ k}\Omega} + \frac{4}{2\text{ k}\Omega} = \frac{1}{R'}$$

$$\frac{10}{8\text{ k}\Omega} = \frac{1}{R'}$$

$$\frac{4\text{ k}\Omega}{5} = R' = 0.8\text{ k}\Omega$$

$$R_t = 0.8\text{ k}\Omega + 3\text{ k}\Omega = 3.8\text{ k}\Omega$$

$$\frac{U}{3.8\text{ k}\Omega} = I$$

$$R_1 I + I_4 R_4 = U$$

$$\frac{U - \frac{U}{3.8\text{ k}\Omega} \cdot 3\text{ k}\Omega}{4\text{ k}\Omega} = I_4$$

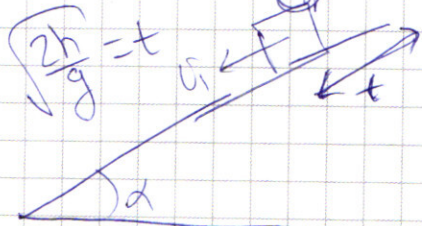
$$\frac{U \cdot 0.2}{3.8}$$

$$(m v_1)^2 + (m v_2)^2 = (2m \cdot v)^2 \quad \frac{U \cdot 0.2}{3.8} = \frac{U \cdot 0.2}{3.8} = \frac{U}{19\text{ k}\Omega} = \frac{3.8^2}{19 \cdot 10} = 0.2\text{ A}$$

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

$$\frac{v_1^2 + v_2^2}{4} = \frac{60^2 + 80^2}{4} = \frac{3600 + 6400}{4}$$

$$\frac{gt^2}{2} = h$$



$$\frac{10000}{4}$$

$$\sqrt{2500} = v$$

$$25 \cdot 100$$

$$50 = v$$

$$v - v_1 = a \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$v^2 - v_1^2 =$$

$$\frac{v^2 - v_1^2}{2a} = s = v t + \frac{at^2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \cancel{mv\Delta t} + \frac{2mv^2}{\gamma}$$

$$\frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{2\gamma} = \Delta t$$

$$\begin{array}{r} 2500 \overline{) 130} \\ 13 \overline{) 120} \\ 117 \\ \hline 30 \\ 26 \\ \hline 40 \\ 39 \\ \hline 117 \end{array}$$

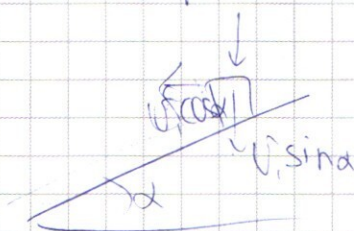
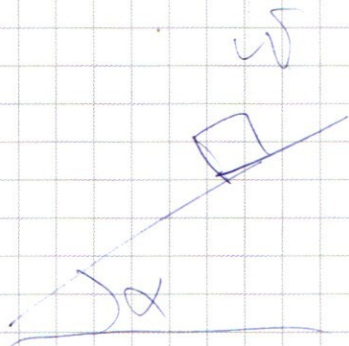
$$\frac{3600 + 6400 - 2 \cdot 2500}{2 \cdot 130}$$

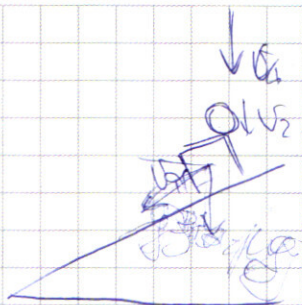
$$\sqrt{2gh} = V_2$$

$$2 \cdot 10 \cdot 0,8$$

$$V_1 = V_2$$

$$mg - \mu mg = ma$$





$$230 \text{ m}$$

$$5 \cdot 16 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} = 5(1 + \sqrt{13})$$

$$\sqrt{1 - \frac{3}{16}} = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$v_2 + v_1 \sin \alpha = 0$$

$$\frac{230}{30} \cdot \frac{15}{46}$$

$$\sqrt{13} + 1$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ + 1250 \\ \hline 625 \\ \times 25 \\ \hline 1875 \\ + 18750 \\ \hline 15625 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35 \\ \times 35 \\ \hline 175 \\ + 1050 \\ \hline 1225 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 36 \\ \hline 216 \\ + 1080 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$$\frac{46}{4.6} = 10$$

$$\frac{\sqrt{13}}{2} \sqrt{0.8 \cdot 10}$$

$$\frac{\sqrt{13}}{2} \sqrt{8}$$

$$\sqrt{6}$$

$$\sqrt{6} =$$

$$\sqrt{1800 \cdot 10}$$

$$2000$$

$$\cos \varphi \cos \alpha + \sin \varphi \sin \alpha$$

$$\cos(\varphi - \alpha) = \frac{1}{2} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} \right)$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{80 \cdot 100}$$

$$\sqrt{16 \cdot 5 \cdot 100}$$

$$\frac{20 \sqrt{10} \sqrt{15}}{2}$$



$$v = g \cos \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{2v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} = t$$

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

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \varphi}{g \cos \alpha} + \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \varphi}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \varphi \cos \alpha + 2v_0^2 \sin^2 \varphi \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$v_0^2 \cdot 2 \cdot \sin \varphi (\sin \varphi \cos \alpha + \sin \varphi \sin \alpha)$$

$$S = \frac{2v_0^2 \sin \varphi \cos(\varphi - \alpha)}{g \cos^2 \alpha}$$

$$\frac{2v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

$$50 \times 50$$

$$\frac{13}{11.7}$$

$$10000 - 5000$$

$$5000$$

$$\frac{125}{11.7} \cdot \frac{13}{9.9}$$

$$\frac{1250}{130}$$