

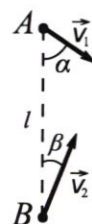
Олимпиада «Физтех» по физике, 9 класс

Класс 09

Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ км друг от друга (см. рис.) Скорость корабля $V_1 = 8$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$, угол $\beta = 30^\circ$. Скорость V_2 торпеды такова, что торпеда попадет в цель.



1) Найдите скорость V_2 торпеды.

2) На каком расстоянии S будут находиться корабль и торпеда через $T = 25$ с?

2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол α , $\sin \alpha = 0,6$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом β к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 1,8$ км от точки старта.

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

2) Найдите максимальную дальность L стрельбы из такого миномета на горизонтальной поверхности. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. Величина ускорения бруска $a = 2$ м/с². Пластиновый шарик, движущийся по вертикали, падает на брусок и прилипает к нему, а брусок останавливается. Продолжительность полета шарика до соударения $T = 0,2$ с. Начальная скорость шарика нулевая.

1) Найдите скорость V_1 шарика перед соударением.

2) Найдите скорость V_2 бруска перед соударением.

Движение шарика до соударения – свободное падение. Массы бруска и шарика одинаковы.

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

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

4. Два одинаковых шарика движутся по взаимно перпендикулярным прямым и слипаются в результате абсолютно неупругого удара. После слипания скорость шариков $V = 25$ м/с. Скорость одного из шариков перед слипанием $V_1 = 30$ м/с.

1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

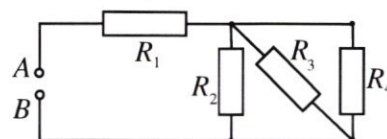
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 ,

R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2mc\Delta t = \frac{m\Delta v^2}{2}$$

$$2c\Delta t = \frac{28}{2} - \frac{\Delta v_1^2 + \Delta v_2^2}{2} = \frac{25 + (30 - 5\sqrt{19})^2}{2} = 25 + 5(59 - 60\sqrt{19}) +$$

$$= 25 + 5(59 - 60\sqrt{19}) +$$

$$20 \cdot 120 = 2400$$

$$\frac{25 + 900 - 500\sqrt{19} + 119}{2} = 25 \cdot 119 = \frac{5900 - 500\sqrt{19}}{2}$$

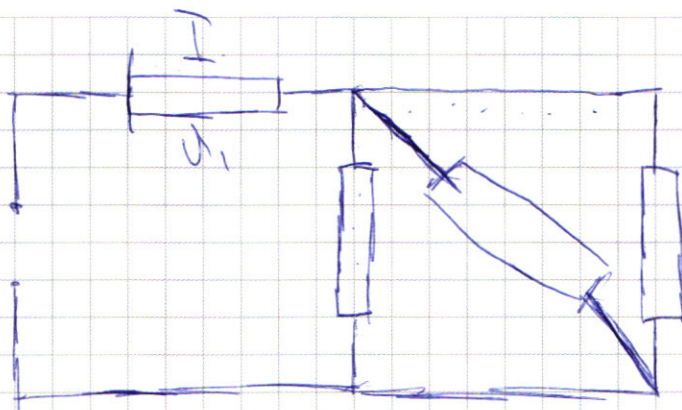
$$\frac{1875 - 1500\sqrt{19}}{2,7}$$

$$\begin{array}{r} 18750 \quad | \quad 27 \\ - 162 \quad | \quad 69 \\ \hline - 255 \end{array}$$

$$\Delta v_1^2 + \Delta v_2^2 = 45^2$$

$$\Delta v_2 = \sqrt{2500 - 900} = \sqrt{1600} = 40$$

$$\begin{array}{r} 12500 \quad | \quad 54 \\ - 108 \quad | \quad 12 \end{array}$$



$$\frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{5}{4r}$$

$$R_{\Sigma} = \frac{4r}{5} = 0,8r$$

$$\frac{1}{R} + \frac{5}{4r} + \frac{1}{4r} = \frac{6}{4r} = \frac{3}{2r}$$

$$2r \cdot \frac{2r}{3} = \frac{8r}{3}$$

16

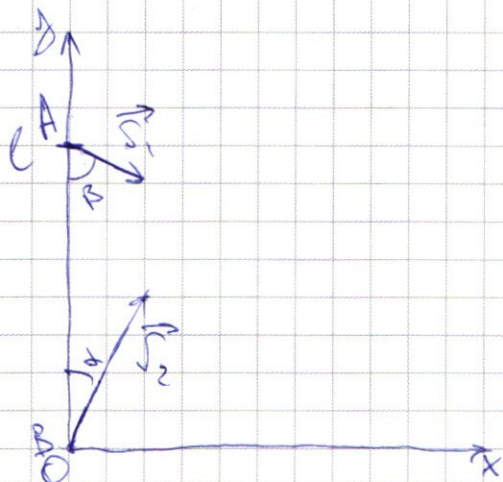
$$I = \frac{U}{R_{\Sigma}} = \frac{U}{\frac{8r}{3}} = \frac{3U}{8r} = \frac{1}{2} A$$

$$\frac{1}{2} UI = RI^2 = \frac{1}{4} \cdot \frac{806}{3} =$$

$$\frac{U^2}{R} = \frac{6'888}{8r} = 4$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 1



Дано: $l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$
 $v_1 = 8 \text{ м/с}$,
 $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 50^\circ$.

1) $v_2 = ?$, S через $T = 2 \text{ с}$?

Решение.

1) Пусть торпеда дойдет до корабля через время t .
 Разложим систему координат.

Поскольку торпеда столкнется с кораблем, то
 по Ox они пройдут одинаковое расстояние.

$$v_1 x = v_1 \sin \alpha \cdot t$$

$$v_2 x = v_2 \sin \beta \cdot t$$

$$v_1 \sin \alpha \cdot t = v_2 \sin \beta \cdot t$$

$$v_2 = \frac{v_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{8 \sqrt{3} \cdot 2}{2} = 8\sqrt{3}$$

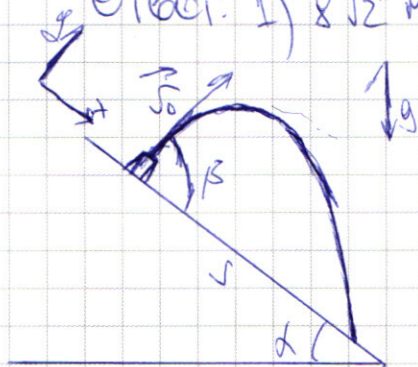
~~2) По пути корабль за время $T = 2 \text{ с}$ пройдет:~~

2) В через $T = 2 \text{ с}$ по Oy корабль будет иметь
 координаты: $l - v_1 \cos \alpha \cdot T$, торпеда: $v_2 \cos \beta \cdot T$
 и S - разность координат по Oy .

$$S = l - \rho_1 \cos \alpha T - \rho_2 \cos \beta T = l - T(\rho_1 \cos \alpha + \rho_2 \cos \beta) = 1$$

$$= 800 - 25(80 \cdot \frac{1}{2} + \rho_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}) = 500 \text{ м}$$

Ответ: 1) $8\sqrt{2}$ м/с, 2) 500 м.



Задача 2.

Дано: $\sin \alpha = 0,6$

Время полета максимальна

$$S = 1,8 \text{ км} = 1800 \text{ м}$$

$$S = 1,8 \text{ км} = 1800 \text{ м}$$

1) β - ?, 2) максимальная на горизонтальной поверхности

1) Размещим систему координат так, чтобы ось Ox шла по склону.

$$g_y = g \cos \alpha$$

$$g_x = g \sin \alpha$$

Пусть начальная скорость ~~склона~~ ^{мгн} v_0

$$v_{0x} = v_0 \cos \beta$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \beta$$

~~Размещим закон движения для Oy.~~

Пусть максимальное время полета - t_m .

Размещим закон движения для Oy.

$$v_0 \sin \beta t_m - \frac{g \cos \alpha t_m^2}{2} = 0.$$

$$v_0 \sin \beta = \frac{g \cos \alpha t_m}{2}$$

$$t_m = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

Чтобы t_m было максимальным, ~~пусть~~ $\sin \beta$ должно быть максимальным.

$$\sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$2) t_m = \frac{2S_0}{g \cos \alpha}$$

Распишем закон движения для Ox :

$$S_0 \cos \alpha t_m + \frac{g t_m^2 \sin \alpha}{2} = S,$$

$$\cos \alpha = 0 \quad (\alpha = 90^\circ)$$

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

$$\frac{g \cdot \frac{4S_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} \cdot \sin \alpha}{2} = S \quad \frac{2S_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = S$$

$$\frac{2S_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} = S$$

$$\frac{2S_0^2}{g} = S$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$ по основному тригонометрическому тождеству.

$$2S_0 = \sqrt{\frac{S g \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha}} = 200 \sqrt{3} \text{ м/с}$$

~~Плоская поверхность:~~

Пусть угол между нитом и поверхностью — α
Пусть t — время пока нитка.

Распишем законы движения:

$$Oy: S_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2} = 0 \Rightarrow S_0 \sin \alpha = \frac{g t}{2} \Rightarrow t = \frac{2S_0 \sin \alpha}{g}$$

$$Ox: S_0 \cos \alpha t = L$$

$$L = \frac{2S_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g} = \frac{S_0^2 \sin 2\alpha}{g} \quad (2 \cos \alpha \sin \alpha = \sin 2\alpha)$$

Чтобы L было максимальным, $\sin 2\alpha = 1$.

$$2\alpha = 90^\circ, \quad \alpha = 45^\circ.$$

$$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2 \theta}{g} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{12000}{10} = 1200 \text{ м.}$$

Ответ: ~~1200 м~~ 1) ~~90°~~, 2) 1200 м.

Задача № 4

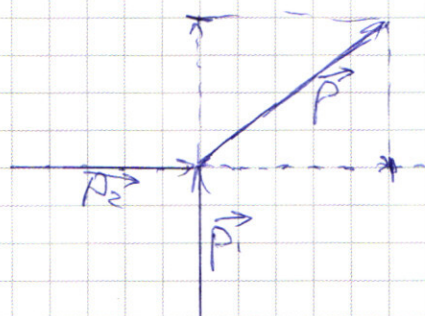
Дано: $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$

$$v = 25 \text{ м/с}$$

$$v_1 = 30 \text{ м/с}$$

$$t = 1.55 \text{ с}$$

$$1) v_2 = ? \quad 2) c = ?$$



Решение:

1) Пусть m - масса шариков.

$$p_1 = mv_1$$

$$p_2 = mv_2, \quad p = 2mv$$

По закону сохранения импульса:

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

Т.к. $\vec{p}_1 \perp \vec{p}_2$, то.

$$p^2 = p_1^2 + p_2^2$$

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

$$v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = \sqrt{4 \cdot 625 - 900} = \sqrt{1600} = 40 \text{ м/с}$$

$$2) E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}$$

$$E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$E_k = \frac{2mv^2}{2} = mv^2$$

$$Q = 2mc\Delta t$$

По закону сохранения энергии.

$$E_{k1} + E_{k2} = E_k + Q$$

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

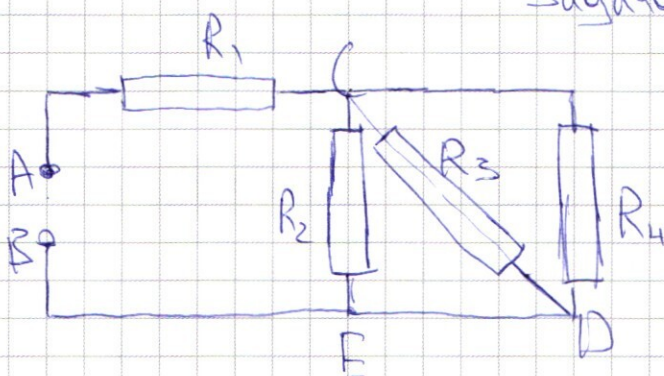
$$\frac{v_1^2 + v_2^2}{2} = v^2 + 2c\Delta t$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$Z_{сдт} = \frac{\sqrt{Z_1^2 + Z_2^2} - Z_3}{2}$$

$$c = \frac{Z_1^2 + Z_2^2 - Z_3^2}{4\Delta t} = \frac{900 + 1600 - 1250}{108} = \frac{1250}{108} = \frac{6250}{27}$$

Ответ: 1) 40 м/с, 2) $\frac{6250}{27}$
Задача 5.



Дано: $R_1 = 2r$

$R_2 = R_3 = 4r$, $R_4 = r$

$U = 8V$

1) $R_{AB} = ?$, 2) P_{R2}, P_{R3}, P_{R4}
при $r = 6 \Omega$.

Решение:

1) Определим ток CDE

$$\frac{1}{R_{CD}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{5}{4r}$$

$$\frac{1}{R_{CE}} = \frac{1}{R_{CD}} + \frac{1}{R_2} = \frac{5}{4r} + \frac{1}{4r} = \frac{3}{2r}$$

$$R_{CE} = \frac{2r}{3}$$

$$R_{AB} = R_{CE} + R_1 = \frac{2r}{3} + 2r = \frac{8r}{3}$$

$$R_{AB} = \frac{8 \cdot 6}{3} = 16 \Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{8}{16} = 0.5 A$$

$$R_{CE} = \frac{8r}{3} = \frac{2 \cdot 6}{3} = 4 \Omega$$

$$U_{CE} = I \cdot R_{CE}$$

$$P = I^2 \cdot R_{CE} = 0.5^2 \cdot 4 = 1 W$$

Ответ: 1) 16, 2) 1 W

$$2) R_{AB} = \frac{8r}{8} = \frac{8 \cdot 6}{8} = 16 \Omega$$

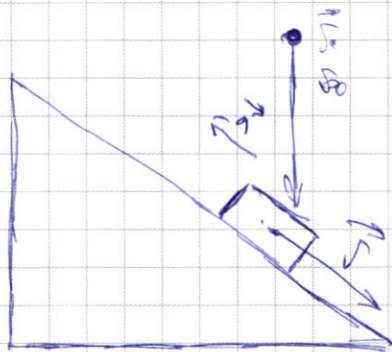
$$I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8}{16} = 0,5 A$$

$$R_{CE} = \frac{2r}{3} = \frac{2 \cdot 8}{3} = 4 \Omega$$

$$P = U_{CE} I = I^2 R_{CE} = 0,5^2 \cdot 4 = 1 W$$

Ответ: 1) $\frac{8r}{3}$, 2) 1 Вт.

Задача 5.



Дано: $a = 2 m/s^2$

$$v_0 = 0$$

$$T = 0,2 s \quad g = 10 m/s^2$$

1) v_1 (скорость шарика) - ?

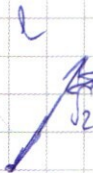
2) v_2 (скорость груза) - ?

1) По закону движения

$$v = gt \Rightarrow v_1 = gT = 10 \cdot 0,2 = 2 m/s$$

Ответ: 1) 2 м/с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$L \cos \varphi = L$$

$$L \sin \varphi = \frac{g}{2} = 0$$

$$L \sin \varphi = \frac{g}{2}$$

$$t = \frac{2L \sin \varphi}{g}$$

$$\frac{2L \cos \varphi \sin \varphi}{g} = d$$

$$L_1 \cos \alpha + L_2 \cos \beta = L$$

$$(L_1 + L_2) \cos \alpha = L$$

$$L_1 \sin \alpha = L_2 \sin \beta$$

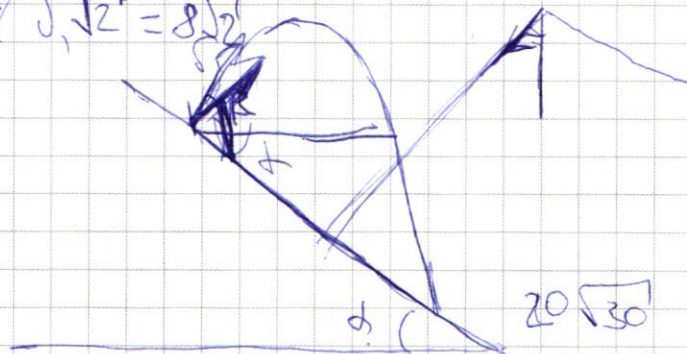
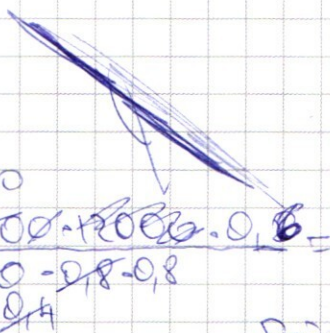
$$L_1 \sin \alpha = L_2 \sin \beta$$

$$L_2 = \frac{L_1 \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{8}{\sin 30^\circ} = 16$$

$$L_1 \cos \alpha + L_2 \cos \beta =$$

$$L - (L_1 \cos \alpha + L_2 \cos \beta) =$$

$$800 - 25(4 + 8) = 800 - 300 = 500 \text{ m}$$



$$\frac{18000}{1.2} \cdot 0.8$$

$$L \sin \varphi = \frac{g \cos \alpha}{2} = 0$$

$$1500 \cdot 8 = \sqrt{12000}$$

$$L \sin \varphi = \frac{g \cos \alpha}{2} = 0$$

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

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

$$B = 90^\circ - \frac{18000}{12} = 1500$$

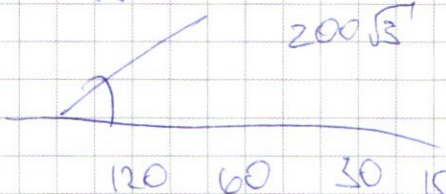
$$18000 \cdot 12 = 1$$

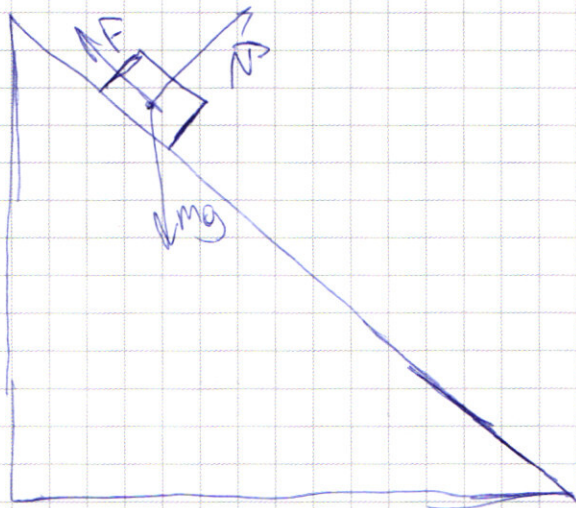
$$1800$$

$$200 \sqrt{3}$$

$$\frac{18000}{1.2} \cdot 0.8$$

$$\frac{18000 \cdot 8}{1.2}$$





$$\begin{array}{r} 1075 \\ 595 \\ \hline 79 \end{array}$$

79

$$\begin{array}{r} 29 \\ 25 \\ \hline 595 \\ 158 \\ \hline 1975 \end{array}$$

$$mg \cos \alpha$$

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

$$\frac{1^2}{2} = \frac{0.4}{2} = 0.2$$

$$a = 10 - 0.2 = 2 \text{ m/s}^2$$

$$\begin{array}{r} 2975 \\ 595 \\ \hline 119 \\ 17 \\ \hline 5 \sqrt{119} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 85 \\ 55 \\ \hline 425 \\ 255 \\ \hline 2975 \end{array}$$

$$m \Delta t = \frac{m v^2}{2}$$

$$\Delta t = \frac{m v^2}{2}$$

$$L = \frac{m v^2}{2 \Delta t} = \frac{25}{2.7} =$$

$$3600 - 625 = 2975$$

$$v_2^2 = 4v_1^2 - v_1^2$$

$$(25 + 5)(25 - 5)$$

$$85 \cdot 35$$

$$3600 - 625 = 1975$$

$$\begin{array}{r} 250 \\ 243 \\ \hline 70 \\ 54 \\ \hline 26 \end{array}$$

$$m^2 v_1^2 + m^2 v_2^2 = 4m^2 (v_1^2 + v_2^2)$$

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

$$v_1^2$$

$$m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 = 4m^2 v^2$$

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

$$v_2^2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} =$$

$$300 - 625 \sqrt{575}$$