

Олимпиада «Физтех» по физике, (

Вариант 09-02

Класс 09

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.

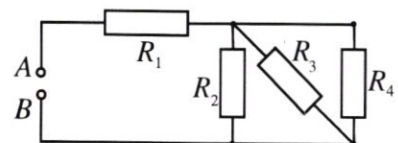
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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

1.

$$l = 0.8 \text{ км}$$

$$v_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$T = 25 \text{ с}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$v_2 = ?$$

$$S = ?$$

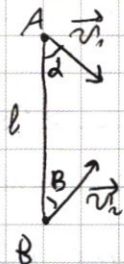


Рисунок 1.

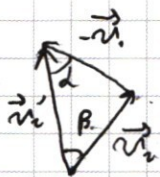


Рисунок 2.

Закон сложения скоростей.

$$\vec{v}_1' = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$$

$\vec{v}_2$ - скорость торпеды
в момент t

$-\vec{v}_1$ - перемещение скорости

Перейдем в СО Корабля. Если v_2 такова, что торпеда попадает в цель, то в СО Корабля скорость торпеды $\vec{v}_1'$ направлена по линии BA. П.е. найдем векторный треугольник на рисунке 2. ($\vec{v}_1' \vec{v}_2 = \beta$,

$$\vec{v}_1' \vec{v}_1 = \alpha$$

или

Положим векторный треугольник на рис. 2. - прямоугольный, т.е. $\alpha = 60^\circ, \beta = 30^\circ$)

$$v_2 = v_1 \tan \alpha = 8 \tan 60^\circ = 8\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Теперь найдем S через T.

$$v_1' = 2v_1 \quad (\text{т.к. } \vec{v}_1' \text{ лежит по линии } \beta = 30^\circ)$$

$$v_1' = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = l - v_1' T = 800 \text{ м} - 16 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 25 \text{ с} = 800 \text{ м} - 400 \text{ м} = 400 \text{ м}$$

$$150 \cdot 25 = 3750 \text{ м}$$

$$200$$

$$120 \cdot 20$$

Ответ:

$$v_2 = 8\sqrt{3} \approx 8 \cdot 1,7 = 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = 400 \text{ м}$$

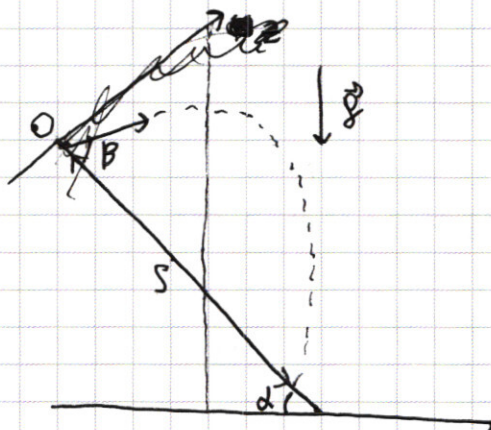
2.

$$\sin \alpha = 0,6$$

$$S = 1,8 \text{ cm}$$

$\beta = ?$

$L = ?$



Выведем ось Oz , перпендикулярно поверхности склона.

Рассмотрим движение скользящего тела в проекции на ось Oz :

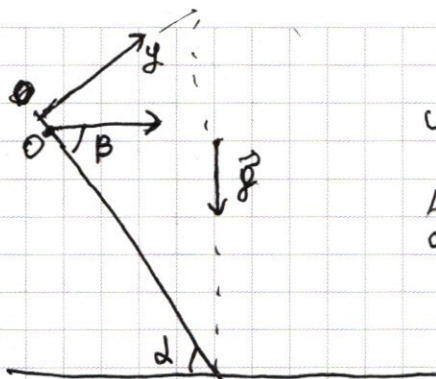
$$z = v_{0z} \Delta t + \frac{1}{2} g_z \Delta t^2 = a \sin \beta \cdot \frac{1}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2.

$\sin \alpha = 0,6$
 $g = 1,8 \text{ км/с}$
 $\beta = ?$

$L = ?$



$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,36} = \sqrt{0,64} = 0,8$$

Δt - время полёта при броске
со скоростью.

Введём ось oz , перпендикулярно поверхности
склона и расписываем движение в проекции
на эту ось:

~~$$z = v_0 \cos \beta + g \sin \alpha$$~~

$$z = v_0 \cos \beta + \frac{g \sin \alpha \cdot \Delta t^2}{2} \quad (1)$$

Введём ось oy , перпендикулярно поверхности склона и расписываем движение в проекции на ось oy :

~~$$y = v_0 \sin \beta + g \cos \alpha$$~~

~~$$y = v_0 \sin \beta + g \cos \alpha$$~~

~~$$y = v_0 \sin \beta + g \cos \alpha$$~~

Вам известно, что полёт имеет открытую траекторию, поэтому в начале и в конце полёта $y = 0$.

v_{0y} на ось y , т.е. $\Delta t = \frac{2v_{0y}}{g_y}$ (т.е. в начале и в конце полёта $y = 0$). $\Rightarrow$

Т.к. максимум Δt , v_{0y} максимален $\Rightarrow \vec{v}_0 \perp \vec{oz} \Rightarrow \beta = 90^\circ$.

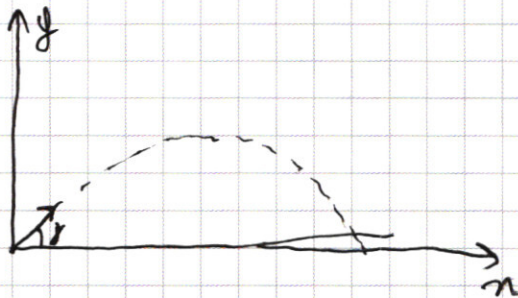
Подставим Δt в (1)

$$z = \frac{g \sin \alpha \Delta t^2}{2}$$

$$\Delta t = \sqrt{\frac{2z}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,8 \cdot 10^3}{10 \cdot 0,6}} = \sqrt{\frac{3,6 \cdot 10^3}{10 \cdot 0,6}} = \sqrt{6 \cdot 10^2} = 10\sqrt{6} \text{ с.}$$

Отсюда находим $v_{0y} = \frac{g_y \Delta t}{2} = \frac{10 \cdot 10\sqrt{6} \cdot 0,8}{2} = 40\sqrt{6} \frac{\text{м}}{\text{с}}.$

Теперь найдём L :



Дано: L - максимальная дальность, то
 $\gamma = 45^\circ$
 угол между горизонтальной и начальной скоростью.
 Запишем y -ре движение по оси x :

$$x = v_0 \cos \gamma \cdot t.$$

Запишем y -ре движение по оси y :

~~$$y = v_0 \sin \gamma \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$~~

$$2 v_0 \sin \gamma = g t'$$

$$\Delta t' = \frac{2 v_0 \sin \gamma}{g} \Rightarrow$$

$$x = v_0 \cos \gamma \cdot \Delta t' = \frac{2 v_0^2 \sin \gamma \cos \gamma}{g} = \frac{v_0^2 \sin^2 \gamma}{g}$$

~~$$x = \frac{v_0^2 \sin^2 \gamma}{g}$$~~

$$\frac{v_0^2}{g} = x = L = \frac{1600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 160 \text{ м}$$

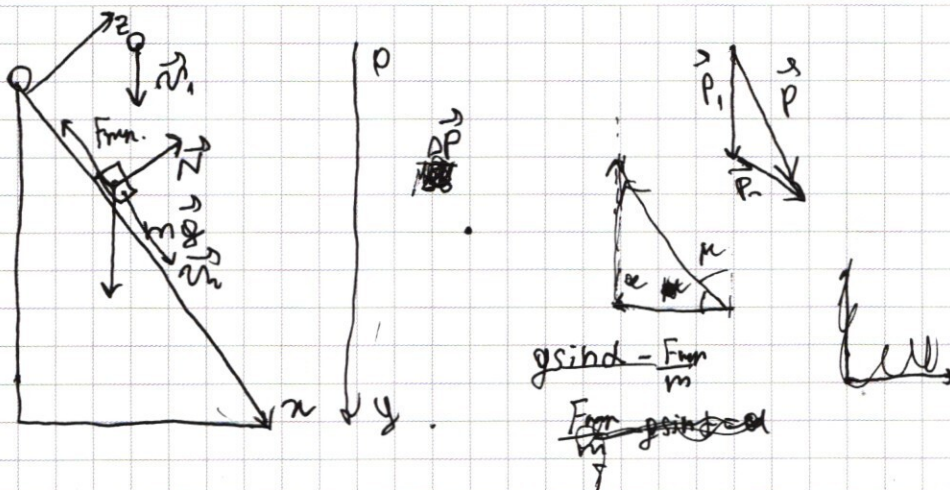
Ответ:

$$\gamma = 45^\circ$$

$$L = 160 \text{ м}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.



Шарик движется свободно перед соударением, значит скорость шарика в момент падения $v_0 = 0$.
Потому.

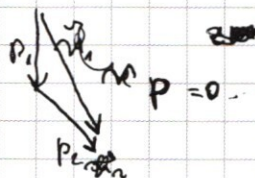
$$v_1 = gT = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2 \text{ с} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Потом рассмотрим движение шарика в момент касания:
Скорость g -на фланца по оси ox :
 $ma_x = F_{\text{тр}x} + mg_x$.

$$F_{\text{тр}x} = MN, \quad N = \text{сила реакции опоры } m\sqrt{g^2 - g_x^2}.$$

$$F_{\text{тр}x} = -F_{\text{тр}}.$$

$$ma_x = \frac{\mu}{g} \sqrt{g^2 - g_x^2} + mg_x$$



1,7

$$0,7 + 0,49 = 1,19$$

$$1,19 + 1,7 = 2,89.$$

1,7

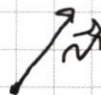
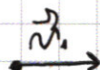
$$0,7 + 0,49 + 0,64 = 1,83$$

$$1,44 + 1,7$$

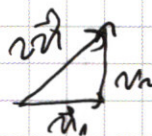
4.

$$v_1 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 90 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



Две частицы m-массы столкнулись
(центрально упруго)



По закону сохранения импульса.

~~$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$$~~

$$2m\vec{v} = m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2$$

$$2\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{v}_2$$

$$\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2 \Rightarrow$$

$$2v = v_2$$

$$vm^2 = v_1^2 + v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{vm^2 - v_1^2} = \sqrt{(2v \cdot m_1)(v_1 + m_1)} = \sqrt{(50 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 90 \frac{\text{м}}{\text{с}})(50 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 90 \frac{\text{м}}{\text{с}})} = \sqrt{20 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \sqrt{1600 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Запишем закон сохранения энергии для системы:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mv_1'^2}{2} + Q \Rightarrow Q - \text{ка-ло-те-ния, выделенные при соудра-жении.}$$

~~$$Q = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_1'^2}{2}$$~~

$$Q = \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - mv^2 = m(\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - v^2) = m(\frac{v_1^2}{2} - v^2) = mv_1^2$$

Найдем время взаимодействия шаров с:

$$Q = \epsilon \sigma 2\pi r \Delta t$$

$$c = \frac{Q}{2\pi r \Delta t} = \frac{mv_1^2}{2\pi r \Delta t} = \frac{v_1^2}{2\pi r \Delta t} = \frac{625}{2,7} = \frac{625}{2,1,35} = \frac{125}{2,0,27} = \frac{125}{2,0,27} = \frac{125}{0,54} = \frac{125 \cdot 100}{54} = \frac{125 \cdot 50}{27} = \frac{6250}{27} \approx 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$$

$$18 + 0,6, 3 = 24,3 + 5,4 \cdot 0,54 = 24,84$$

$$\frac{125}{2,0,27} = \frac{125}{0,54} \approx 231,5$$

Ответ: $v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $c \approx 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$
 $c \approx 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$

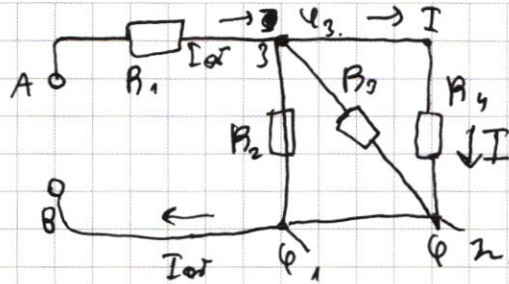
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = 2 \Omega$$



Отметим на рис. 1. узлы 1 и 2. По к. они соединены узлами 3 и 4, то есть
концами φ_1 и φ_2 проводим. Тогда концы φ_1 и φ_2 равны.
Тогда концы φ_1 и φ_2 равны.
Тогда концы φ_1 и φ_2 равны.
Тогда концы φ_1 и φ_2 равны.

Тогда узлы 3-ма 0-ма:

$$I R_4 = I_3 R_3 = I_2 R_2.$$

тогда на концы 3-ма 0-ма.
Тогда $I_4 = I$, тогда.

$$I_3 \cdot 4 \Omega = I \cdot 2 \Rightarrow I_3 = \frac{I}{2}.$$

$$I_2 \cdot 4 \Omega = I_3 \cdot 4 \Omega, \quad I_2 = I_3 = \frac{I}{2}.$$

Тогда общий ток $I_{\text{общ}}$ равен:

$$I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + I_3 = \frac{I}{2} + \frac{I}{2} + I = 2I.$$

Тогда

$$U = R_1 I_{\text{общ}} + I_2 R_2 = 2 \Omega \cdot 2I + \frac{I}{2} \cdot 4 \Omega = 4I + 2I = 6I.$$

Сформулируем:

$$U = I_{\text{общ}} R_{\text{общ}} = 2I R_{\text{общ}} = 6I \Rightarrow R_{\text{общ}} = 3 \Omega.$$

Найдем сопротивление R на резисторах R_2, R_3, R_4 .
Найдем I :

$$U = 6I \Rightarrow$$

$$I = \frac{U}{6 \Omega} = \frac{18 \text{ В}}{6 \Omega} = 3 \text{ А}.$$

Итого:

$$P = P_1 + P_2 + P_4 = I_2 R_2 + I_3 R_3 + I_4 R_4 = \cancel{I_2 R_2} + I_2 + I_2 + I_2 = 4I_2 = 4 \cdot \frac{60 \text{ мВ}}{3} \cdot A =$$

8 Вт. мощность на соединенных резисторах.

Откуда:

$$R_{AB} = \frac{8}{3} \Omega = \frac{8}{3} \cdot 45 \text{ Ом} = 120 \text{ Ом}.$$

$$P = 8 \text{ Вт}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.

$\frac{m_1}{m_2} = \mu$
 $N \mu - mg \sin \alpha = m a$
 $N = mg \cos \alpha$
 $mg \mu \cos \alpha - \mu \sin \alpha = a$
 $\mu \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{a}{g \cos \alpha}$
 $\mu = \frac{a + g \sin \alpha}{g \cos \alpha}$
 $\mu = 0.2$

3.

$$T = 0,2 \text{ c}$$

$$\alpha = 2 \frac{\pi}{\text{с}}$$

По условию шарик движется
по дуге с нулевой начальной скоростью.
Допустим φ - это угол отклонения m в
проценти по оси Oy :

$$m_{xy} = m, \quad \rho_y = g$$

$$v_{xy} = \rho_y T = 10 \frac{\pi}{\text{с}} \cdot 0,2 \text{ c} = 2 \frac{\pi}{\text{с}}$$

Посмотрим на m_2

