

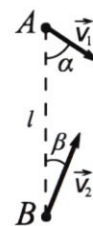
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без вло:

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. Пластилиновый 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 пластилина 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?

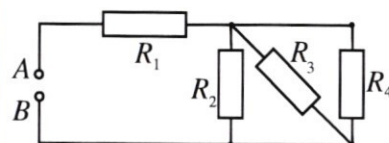
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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

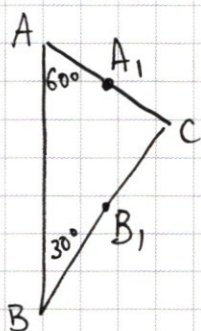
$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

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



51

Пусть r, c - пересечение их траекторий

$\triangle ABC$ - прямоугольн. $c < b 30^\circ \Rightarrow AC =$
 $= \frac{1}{2} AB = 0,4 \text{ (км)}$

1) Пусть t - время, прошедшее до
встречи

$$t = \frac{|AC|}{v_1} = \frac{400}{8} = 50 \text{ (с)}$$

$$|BC| = |AB| \cdot \sin 60^\circ = 0,4\sqrt{3} \text{ (км)} \approx 680 \text{ (м)}$$

$$v_2 = \frac{|BC|}{t} = \frac{680}{50} = 13,6 \text{ (м/с)}$$

2) Пусть A_1 и B_1 - положения через $T = 25 \text{ с}$ корабля и торпеды соответственно. Тогда

$$|AC| = 2 |A_1C_1| \Rightarrow A_1C_1 = 200 \text{ м}$$

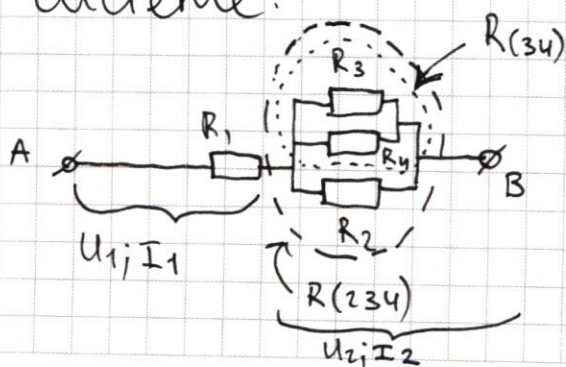
$$\triangle A_1B_1C_1 \sim \triangle ABC \Rightarrow A_1B_1 = AB \cdot \frac{A_1C_1}{AC} = 400 \text{ (м)}$$

ответ: 1) 13,6 м/с

2) 400 м.

55

Схема, изображённая на рисунке эквивалентна
системе:



$$1) R_{(34)} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = \frac{4}{5} r$$

$$R_{(234)} = \frac{R_{(34)} \cdot R_2}{R_{(34)} + R_2} = \frac{16/5 r}{24/5 r} = \frac{2}{3} r$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{(234)} = 2r + \frac{2}{3} r \approx 2,66 r$$

2) $I_1 = I_2$ (обозначения введены на рисунке)

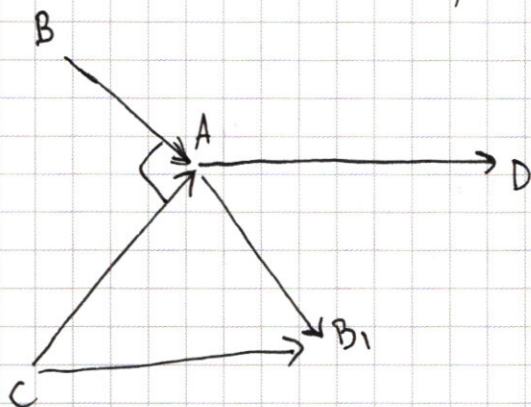
$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_{(234)}} \Rightarrow U_1 = 3U_2, \text{ а т.к. } U_1 + U_2 = 8(B),$$

$$\text{то } U_1 = 6(B) \quad U_2 = 2(B)$$

$$I_2 = \frac{U_2}{R_{(234)}} = \frac{2}{\frac{2}{3} \cdot 6} = \frac{1}{2} (A)$$

$$P = U_2 \cdot I_2 = 2 \cdot \frac{1}{2} = 1 (Вт)$$

Ответ: $2,66 r$; 1 Вт .



УЧ

$\vec{BA}$ и $\vec{CA}$ - импульсы
I-ого и II-ого шариков
 $\vec{AD}$ - импульс после
столкновения

m - масса каждого
из шариков

Д.н.: $\vec{AB}_1 = \vec{BA}$, тогда

$\vec{CB}_1 = \vec{AD}$ (т.к. $\vec{AD}$ по закону сохр. имп. = $\vec{BA} + \vec{CA}$)

$$1) \left. \begin{aligned} |\vec{CB}_1| &= V \cdot 2m = 50m \\ |\vec{CA}| &= V_1 m = 30m \end{aligned} \right\} \Rightarrow (\text{по т. Пифагора}) |\vec{AB}_1| = |\vec{BA}| = 40m \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{|\vec{BA}|}{m} = 40 (м/с)$$

$$2) \text{ ~~Решение~~ } E_{к1} = \frac{m v_1^2}{2} = 450 \text{ м - кин. энергия I ш.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$E_{k2} = \frac{mV_2^2}{2} = 800 \text{ м - кин. энерг. II шарике}$$

$$E_{\text{кобл.}} = \frac{2m \cdot V^2}{2} = 625 \text{ м - кин. энерг. после сближения}$$

$(E_{k1} + E_{k2}) - E_{\text{кобл.}} = E_{\text{побл.}}$ — увеличение внутренней энергии в результате сближения

$$E_{\text{побл.}} = c \cdot 2m \cdot \Delta t$$

$$(E_{k1} + E_{k2}) - E_{\text{кобл.}} = c \cdot 2m \cdot \Delta t$$

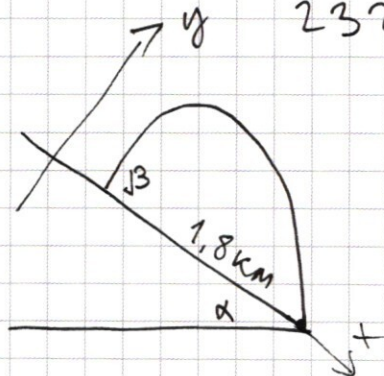
$$2c \cdot m \cdot \Delta t = 625 \text{ м}$$

$$2c \cdot \Delta t = 625$$

$$c = \frac{625}{2 \cdot 1,35} = 232 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right)$$

Ответ: 1) 40 м/с

2) 463 $\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$



52

Свяжем систему отсчёта с наклонной плоскостью ($Ox \parallel ei$, $Oy \perp ei$).

В этой системе отсчёта проекция g на $Ox =$

$$= g \cdot \sin \alpha, \text{ на } Oy = g \cdot \cos \alpha$$

$\cos \alpha = 0,8$ (из ан. триг. тожд.)

$t = \frac{2V_0 \cdot \sin \beta}{g \cdot \sin \alpha}$ — очевидно, что наибольшим оно будет при $\sin \beta = 1$, т.е. при $\beta = 90^\circ$

$$S = g \cdot \frac{\cos \alpha \cdot t^2}{2} = \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot 4V_0^2}{2 \cdot g \cdot \sin \alpha} = 1800$$

$$\frac{32}{12} V_0^2 = 1800$$

$$V_0^2 = 675$$

$L = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$. Очевидно, что L максимальное при $\alpha = 45^\circ$, т.е. $\sin 2\alpha = 1$

$$L = \frac{675}{10} = 67,5 \text{ (м)}$$

Ответ: 1) 90°

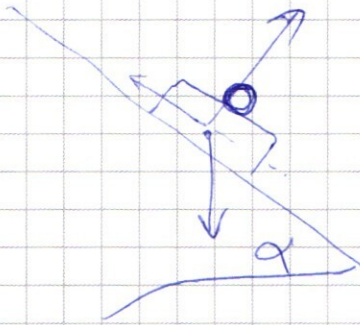
2) 67,5 м.

У 3

$$1) V_1 = V_0 + gT = 0 + 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ (м/с)}$$

Ответ: 2 м/с.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

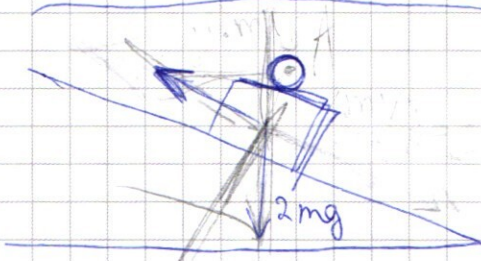
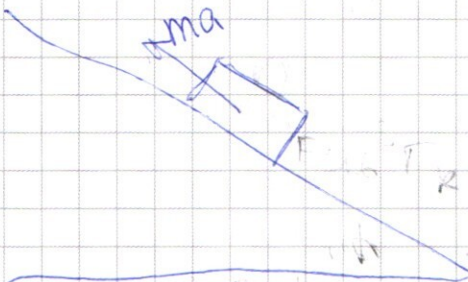


$$1) V_1 = V_0 + at = g \uparrow = 2 \text{ м/с}$$

$$F_{\text{тр. скольжения}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

$$a = \mu \cdot g \cdot \cos \alpha$$

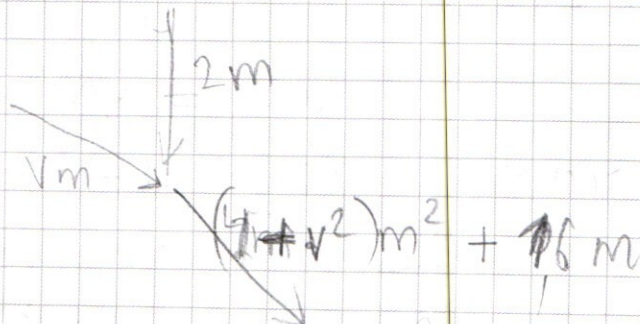
$$F_{\text{тр. покоя}} = \mu \cdot m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

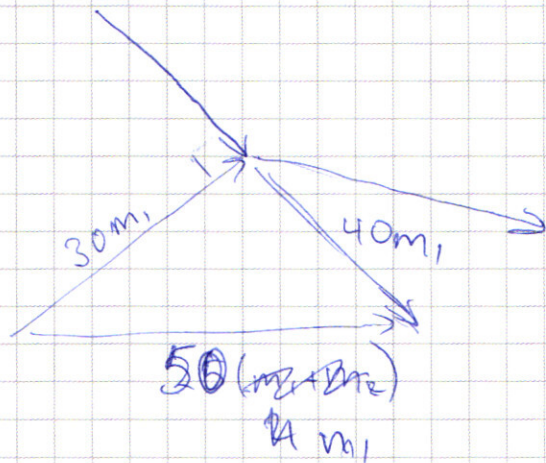


$$E_k = \frac{mV_2^2}{2} = \frac{mV_1^2}{2}$$

~~2m~~

$$\cos \alpha = 0,2$$





$$\begin{aligned}
 E_{k1} &= \frac{mv^2}{2} = 450 \text{ m} \\
 E_{k2} &= 800 \text{ m} \\
 E_{k3} &= 625 \text{ m}
 \end{aligned}
 \left. \vphantom{\begin{aligned} E_{k1} \\ E_{k2} \\ E_{k3} \end{aligned}} \right\} \Sigma = 1250 \text{ m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 625 \text{ m} = E_n = c \cdot m \cdot \Delta t$$

$$c \cdot \Delta t = 625$$

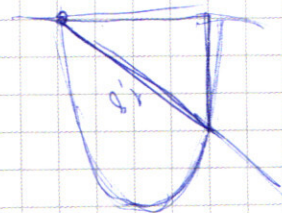
$$c \cdot 1,35 = 625$$

$$c = \frac{625}{1,35} \approx 463 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}} \right)$$

$$\begin{array}{r}
 62500 \overline{) 135} \\
 \underline{540} \\
 850 \\
 \underline{810} \\
 400
 \end{array}$$

$$\text{Ответ: } 40 \text{ м/с}; \quad 463 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$



$$\sin = \frac{S}{r \cdot g}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

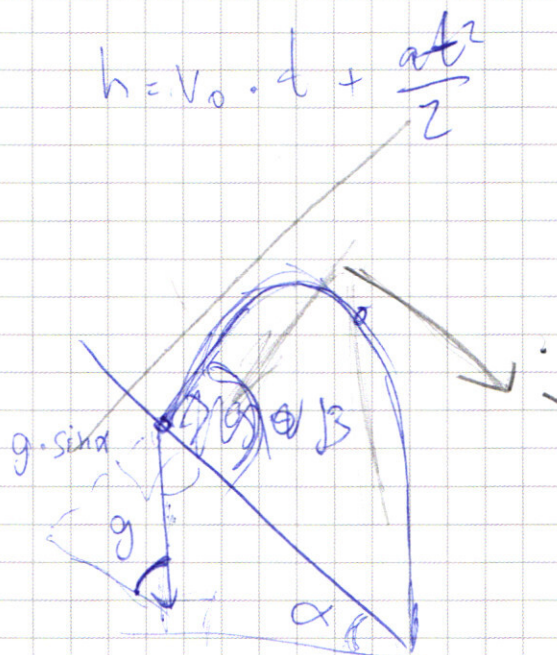
Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$t_{max} = \frac{V_0 \cdot \sin(\alpha + \beta)}{g} + \sqrt{\frac{2h + \frac{g}{2}}{g}}$$

$$h = V_0$$

$$S = \frac{V_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g}$$

$$\cos \alpha = 0.8$$



$$t = \frac{V_0 \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\alpha + \beta)}{g \cdot \sin \alpha}$$

$$\beta = 90^\circ$$

$$S = \frac{V_0^2 \cdot \sin 90}{10} = 10800 \text{ m}$$

$$\frac{V_0^2 \cdot \sin \beta}{g \cdot \sin \alpha} \approx 1800$$

$$\frac{V_0^2}{6} = 1800$$

$$\frac{2V_0 \cdot g \cdot \cos \alpha \cdot 4V_0^2}{g \cdot \sin \alpha} = 1800 \cdot 108$$

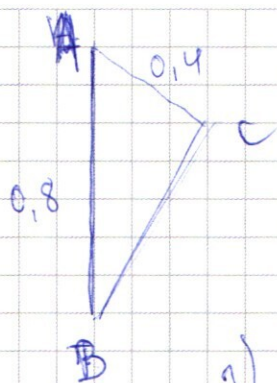
$$96$$

$$\frac{64V_0^3}{36} = 1800$$

$$64V_0^3 = 10800 \cdot 6$$

$$16V_0^3 = 2700$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Пусть C - точка пересечения их траекторий.

Кор. $\triangle ABC$ - прямоугол. с $\angle 30^\circ \Rightarrow$
 $\Rightarrow AC = 0,4$ км.

1) Пусть t - время, прошедшее до встречи

$$t = \frac{AC}{v_1} = \frac{400}{8} = 50 \text{ секунд}$$

$$BC = 0,4 \sqrt{3} \text{ км} \text{ или } 400 \cdot 1,7 = 680 \text{ (м)}$$

$$v_2 = \frac{BC}{t} = \frac{680}{50} = 13,6 \text{ (м/с)}$$

2) Пусть A_1 и B_1 - положения через $t_1 = 25$ с кор. и т. соотв. Тогда

$$AC = 2 A_1 C \Rightarrow A_1 C = 200 \text{ м}$$

$$\triangle A_1 B_1 C \sim \triangle ABC \Rightarrow A_1 B_1 = AB \cdot \frac{A_1 C}{AC} = 400 \text{ (м)}$$

ответ: 1) 13,6 м/с

2) 400 м.

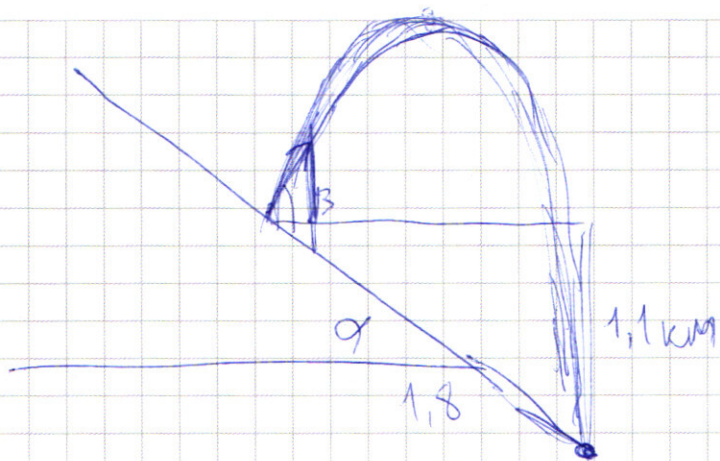
$$L = \frac{15\sqrt{3} \cdot 225 \cdot 3}{10 \cdot 10}$$

$$\frac{a t^2}{2} = \frac{8 \cdot 4 V_0^2}{12} = 1800 =$$

$$\frac{32}{12} \cdot V_0^2 = 1800 \Rightarrow$$

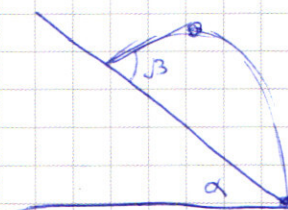
$$V_0^2 = \frac{1800 \cdot 12}{32} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 10}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2} =$$

$$= \frac{30 \cdot 30}{2} = 15 \cdot 15$$



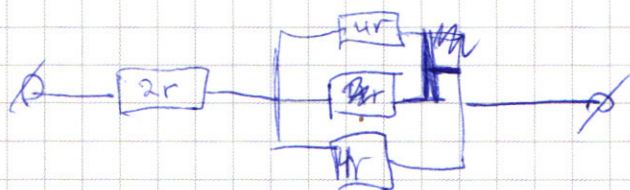
$$t = \frac{2V_0 \sin \beta}{g}$$

$$1,8 \cdot \frac{3}{5}$$

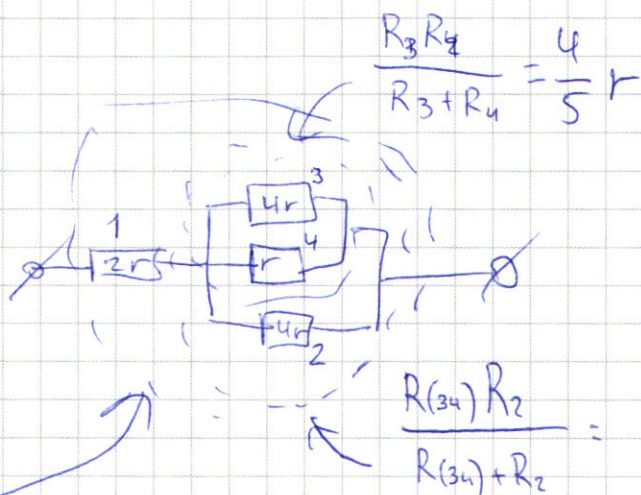


$$t = \frac{2V_0 \sin(\beta - \alpha)}{g} +$$

+



$$U = 8 \text{ В}$$



$$\begin{aligned} R_1 + R_{(234)} &= \\ &= 2r + \frac{2}{3}r = \\ &= \underline{2,66r} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{R_{(34)} R_2}{R_{(34)} + R_2} &= \\ &= \frac{\frac{16}{5}}{\frac{24}{5}} = \frac{2}{3} r \end{aligned}$$

$$\frac{U_1}{2r} = \frac{U_{(234)}}{\frac{2}{3}r}$$

$$I = \frac{2r}{4} = \frac{1}{2}$$

$$P = U \cdot I = 1 \text{ (Вт)}$$

$$U_1 = 3U_{(234)} \rightarrow U_1 = 6 \text{ В} ; U_{(234)} = 2 \text{ В}$$