

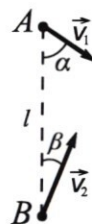
Олимпиада «Физтех» по физике, 6 класс

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.

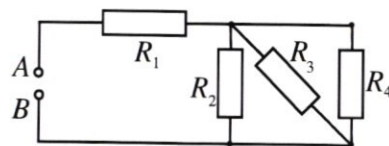
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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?



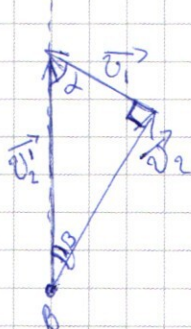
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



Перейдём в СО корабля. В ней он не дви-
жется, а скорость торпеды $\vec{v}_2' = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$

Для попадания в корабль эта скорость
должна быть направлена на него.



По т. синусов

$$\frac{v_1}{\sin \beta} = \frac{v_2}{\sin \alpha} = \frac{v_2'}{\sin 90^\circ} \quad (\angle(\vec{v}_2', \vec{v}_1) = 90^\circ, \text{ т.к. } \alpha + \beta = 90^\circ)$$

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

$$v_2 = 8 \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \frac{1}{2}} = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

$$\frac{v_1}{\sin \beta} = \frac{v_2'}{\sin 90^\circ}; \quad v_2' = v_1 \frac{\sin 90^\circ}{\sin \beta}$$

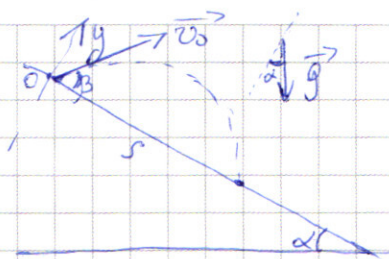
$$v_2' = 8 \cdot 2 = 16 \text{ м/с}$$

Рассстояние между двумя точками во всех СО одинаково,
значит В СО корабля торпеда прошла: $S_{\text{торп}} = v_2' T$

$$S = l - S_{\text{торп}} = l - v_2' T =$$

$$S = 1800 - 16 \cdot 25 = 1800 - 400 = 1400 \text{ м}$$

Ответ: 1) $8\sqrt{3}$ м/с 2) 400 м.



$$\begin{cases} x = v_0 \cos \beta \cdot t + \frac{g \cdot \sin \alpha \cdot t^2}{2} \\ y = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g \cdot \cos \alpha \cdot t^2}{2} \end{cases}$$

При приземлении $y=0$

$$0 = v_0 \sin \beta \cdot t_{\text{пол}} - \frac{g \cos \alpha \cdot t_{\text{пол}}^2}{2}$$

$$t_{\text{пол}} = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

Наибольшее время полёта достигается при $\sin \beta = 1$
 $\beta = 90^\circ$

$$t_{\text{пол}} = \frac{2 v_0}{g \cos \alpha}$$

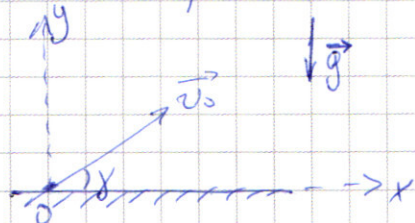
~~Рассмотрим полёт на горизонтальной поверхности~~

$$S = v_0 \cos \beta \cdot t_{\text{пол}} + \frac{g \sin \alpha \cdot t_{\text{пол}}^2}{2}$$

$$S = \frac{g \sin \alpha \cdot t_{\text{пол}}^2}{2} = \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4 v_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2 v_0^2 \cdot \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

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

Рассмотрим полёт на горизонтальной поверхности



$$\begin{cases} x = v_0 \cos \gamma \cdot t \\ y = v_0 \sin \gamma \cdot t - \frac{g t^2}{2} \end{cases}$$

При приземлении $y=0$

$$\frac{g t_n^2}{2} = v_0 \sin \gamma \cdot t_n$$

$$t_n = \frac{2 v_0 \sin \gamma}{g}$$

$$L = v_0 \cos \gamma \cdot t_n = v_0 \cos \gamma \cdot \frac{2 v_0 \sin \gamma}{g} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\gamma}{g}$$

Дальность полёта максимальна при $\sin 2\gamma = 1$, $\gamma = 45^\circ$

$$L_{\text{макс}} = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\gamma}{g} = \frac{1800^2 \cdot \sin 90^\circ}{9.8} = \frac{1800^2}{9.8} = 326530.6 \text{ м}$$

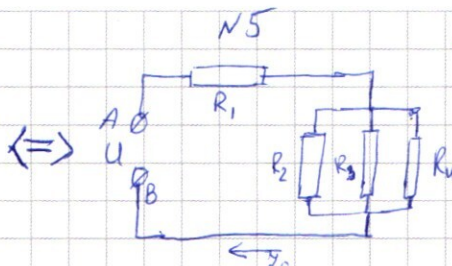
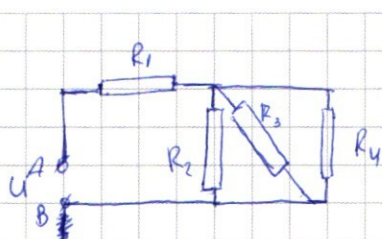
$$L = \frac{1800^2 \cdot \sin 90^\circ}{9.8} = 326530.6 \text{ м}$$

$$L = \frac{v_0^2 \cdot \sin 2\gamma}{g} = \frac{1800^2 \cdot \sin 90^\circ}{9.8} = 326530.6 \text{ м}$$

Ответ: 1) 90° 2) 960 м.

$$L = \frac{1800^2 \cdot \sin 90^\circ}{9.8} = 326530.6 \text{ м}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$\frac{1}{R_{\text{общ}2,3,4}} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}$$

$$R_{\text{общ}2,3,4} = \frac{4}{6}r = \frac{2}{3}r$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{\text{общ}2,3,4} = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

На 1 резисторе падение напряжения:

$$U_1 = I_0 R_1 = I_0 \cdot 2r, \quad I_0 - \text{общий ток}$$

$$I_0 = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{3U}{8r}$$

На 2, 3 и 4 резисторах напряжение одинаковое и равно

$$U' = U - U_1 = U - 2r \cdot \frac{3U}{8r} = U - \frac{6}{8}U = \frac{1}{4}U$$

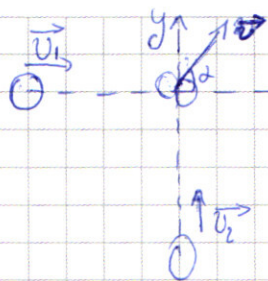
~~Напряжения~~ Мощности на резисторах

$$P_2 = P_3 = \frac{(U')^2}{4r} \quad P_4 = \frac{(U')^2}{r}$$

$$P = P_2 + P_3 + P_4 = \frac{5 \cdot (U')^2}{4r} = \frac{U^2}{16} \cdot \frac{5}{4r} = \frac{5U^2}{64r}$$

$$P = \frac{5}{64} \cdot 64 \cdot 6 = 5 \cdot 6 = 30 \text{ Вт} \quad P = \frac{5 \cdot 64}{64 \cdot 6} = \frac{5}{6} \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $\frac{8}{3}r$ 2) ~~30 Вт~~ $\frac{5}{6} \text{ Вт}$.



N4

Пусть после удара v направлена под углом α к траектории движения 1 шара. Тогда ЗСН в проекциях на оси:

$$(x): mv_1 = 2mv \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

$$(y): mv_2 = 2mv \sin \alpha \quad (2)$$

$$(1): \cos \alpha = \frac{v_1}{2v}$$

$$(2): v_2 = 2v \sin \alpha = 2v \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{4v^2}} = 2v \sqrt{\frac{4v^2 - v_1^2}{4v^2}} = \frac{2v}{2v} \sqrt{4v^2 - v_1^2} = \sqrt{4v^2 - v_1^2}$$

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

~~ЗСЭ~~ ЗСЭ:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + Q_{\text{выг. Тепла}}$$

$$Q_{\text{выг. Тепла}} = \frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2 - 2v^2)$$

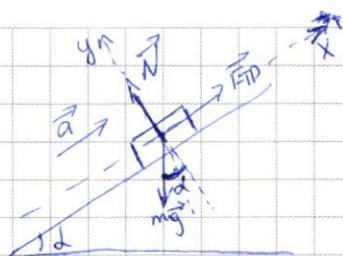
$$Q_{\text{выг. Тепла}} = 2mc\Delta t$$

$$c = \frac{Q_{\text{выг. Тепла}}}{2m\Delta t} = \frac{m(v_1^2 + v_2^2 - 2v^2)}{2 \cdot 2m\Delta t} = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4\Delta t}$$

$$c = \frac{900 + 1600 - 1250}{4 \cdot 1,35} = \frac{1250}{4 \cdot 1,35} \approx 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}^\circ}$$

$$\text{Ответ: 1) } 40 \text{ м/с} \quad 2) 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{C}^\circ}.$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N3

Рассмотрим движение бруска по наклонной плоскости

$$(y): N = mg \cos \alpha$$

$$(x): F_{тр} - mg \sin \alpha = ma$$

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

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

$$\mu \cos \alpha - \sin \alpha = \frac{a}{g}$$

Падение шарика на брусок:

$$v_1 = 0 + gT = gT$$

$$v_1 = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ м/с}$$



Во время удара на брусок и шарик действуют ударные силы: $N_{уд}$ и $F_{тр уд}$. Силой тяжести ~~ее действие~~ пренебрегаем, т.к. ~~она~~ пренебрежимо ~~мала~~ по сравнению с другими силами. Эти силы изменяют импульс бруска и шарика.

В проекциях на x и y :

$$(x): \Delta p_x = m(v_2 + v_1 \sin \alpha) = F_{тр} \cdot t_{удара} = \mu N_{уд} \cdot t_{удара}$$

$$(y): \Delta p_y = m v_1 \cos \alpha = N_{уд} \cdot t_{удара}$$

$$\Delta p_x = \mu \cdot \Delta p_y$$

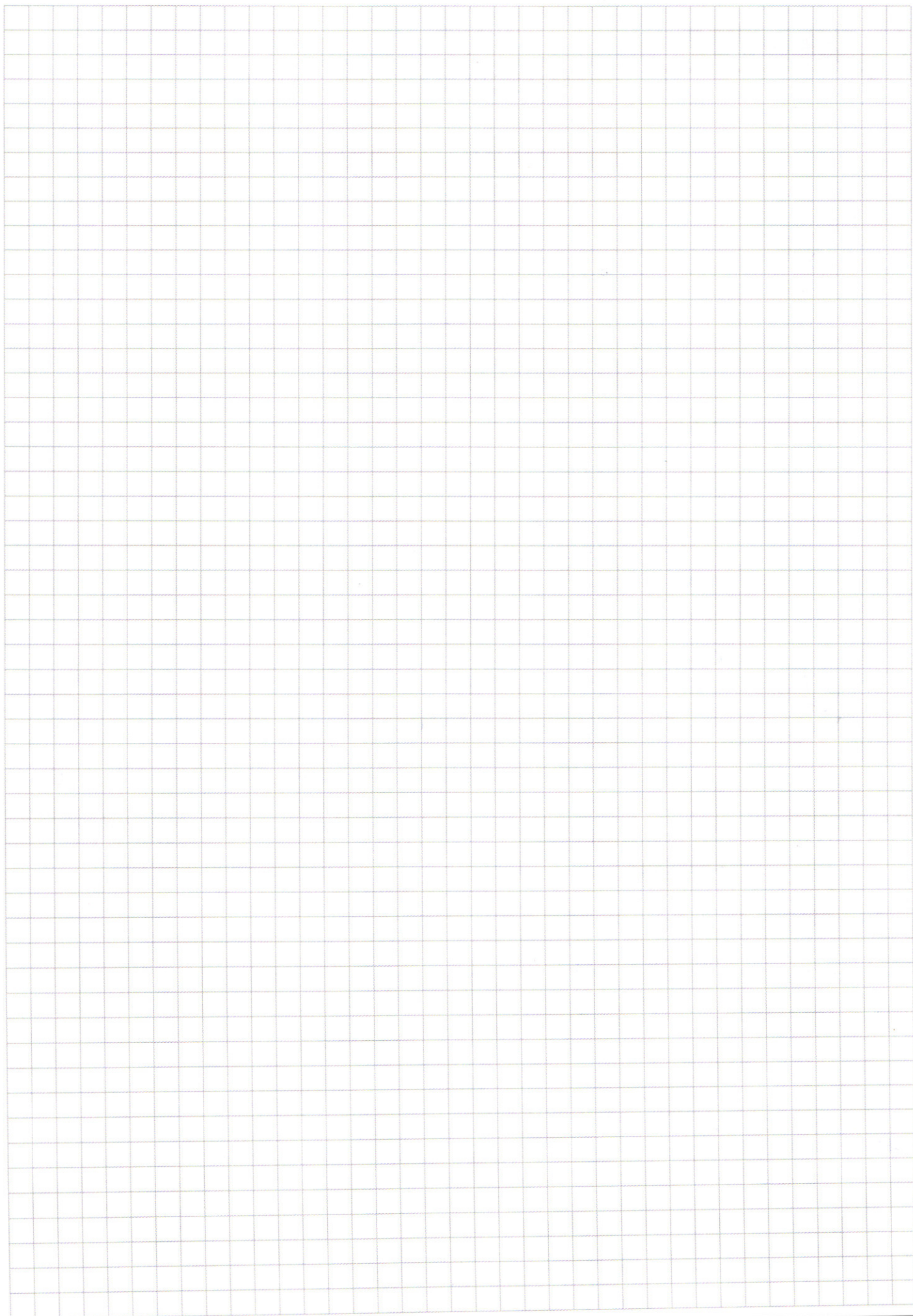
$$m(v_2 + v_1 \sin \alpha) = \mu m v_1 \cos \alpha$$

$$v_2 + v_1 \sin \alpha = \mu v_1 \cos \alpha$$

$$v_2 = v_1(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = v_1 \cdot \frac{a}{g} = gT \cdot \frac{a}{g} = aT$$

$$v_2 = 2 \cdot 0,2 = 0,4 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 2 м/с 2) 0,4 м/с.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Решаем в СО¹ корабля: Скорость торпеды
в этой СО: $\vec{v}_2' = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$
в этой СО корабль не движется.
Для попадания торпеды
должна двигаться по прямой
по т. синусов

2) $v_2' = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \sqrt{v_1^2 + 3v_1^2} = 2v_1$
 $S = l - T \cdot v_2' = l - 2v_1 T$
 $S = 800 - 2 \cdot 16 \cdot 25 = 400$

1) $v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = v_1 \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = v_1 \sqrt{3}$
 $\frac{350}{16} = 21.875$

При каком условии
продолжительность
наибольшей

(1) $x = v_0 \cos \beta \cdot t + \frac{g \cdot \sin^2 \alpha \cdot t^2}{2}$
(2) $y = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g \cdot \cos^2 \alpha \cdot t^2}{2}$
Угол $\alpha = 0$

$v_0 \sin \beta \cdot t_n = \frac{g \cos^2 \alpha \cdot t_n^2}{2}$
 $t_n = \frac{2 \cdot v_0 \sin \beta}{g \cos^2 \alpha}$

время полета
1) если $\sin \beta = 1$ $\beta = 90^\circ$ максимальное

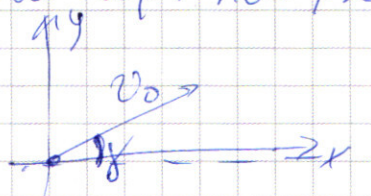
$$2) \quad b_n = \frac{2v_0}{g \cos \alpha}$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot t_n + \frac{g \cos \alpha \cdot b_n^2}{2}$$

$$S = \frac{g \cos \alpha}{2} \cdot \frac{4v_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2v_0^2}{g \cos \alpha} = 1800$$

$$v_0^2 = \frac{S \cdot g \cos \alpha}{2} \quad v_0 = \sqrt{\frac{S \cdot g \cos \alpha}{2}}$$

На вер. поверхности:



$$\begin{cases} x = v_0 \cos \alpha \cdot t \\ y = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2} \end{cases} \Rightarrow t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

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

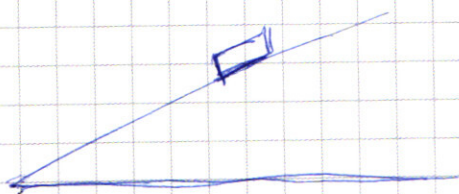
$L - \max$ при $\sin 2\alpha - \max$, $\sin 2\alpha = 1$, $\alpha = 45^\circ$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{S \cdot g \cos \alpha}{2g} = \frac{S \cos \alpha}{2}$$

$$L_{\max} = \frac{S \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{2}$$

$$\begin{aligned} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha &= 1 \\ \cos \alpha &= \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \end{aligned}$$

$$L_{\max} = \frac{1800 \sqrt{1 - 0,86}}{2} = 900 \sqrt{0,64} = 900 \cdot 0,8 = 720 \text{ м}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

μ
 $v_1 \rightarrow$
 θ
 v_2
 $\cos \alpha = \frac{v_1}{v_2}$
 $\sin \alpha = \frac{v_2}{v_1}$
 $\tan \alpha = \frac{v_2}{v_1} = \frac{4}{3}$
 $v_2^2 + v_1^2 = 2v^2$
 $v_2 = \sqrt{2v^2 - v_1^2}$

$m v_1 + m v_2 = 2m v$
 $v_2 = 2v - v_1 = 20 \text{ м/с}$

$m v_1 = 2m v \cos \alpha$
 $m v_2 = 2m v \sin \alpha$

$\cos \alpha = \frac{v_1}{2v}$
 $\sin \alpha = \sqrt{1 - \frac{v_1^2}{4v^2}}$

$v_2 = 2v \sin \alpha = \sqrt{4v^2 - v_1^2}$
 $v_2 = \sqrt{4 \cdot 625 - 900} = \sqrt{2500 - 900} = \sqrt{1600} = 40$

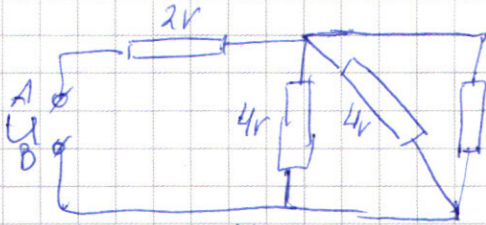
$Q = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - \frac{2m v^2}{2} + Q$
 $Q = \frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2 - 2v^2)$
 $Q = 2m c \Delta t$
 $c = \frac{Q}{2m \Delta t} = \frac{m (v_1^2 + v_2^2 - 2v^2)}{4m \Delta t}$
 $c = \frac{900 + 1600 - 1250}{4 \cdot 1,35} = \frac{1250}{4 \cdot 1,35} = 231,48$

$\cos \alpha = 1 - \sin^2 \alpha = 0,64$
 $\alpha = 0,6$
 $10 \cdot 300 \cdot 0,64 = 1920$

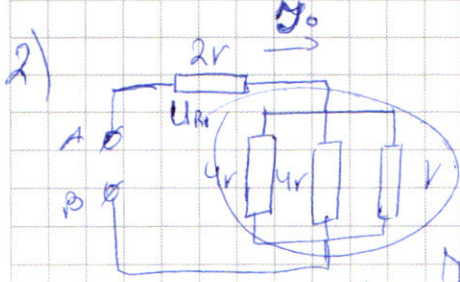
☒ черновик ☐ чистовик
 (Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
 (Нумеровать только чистовики)

$$P = \gamma U = \frac{U^2}{R}$$



$$R_0 = 2R + \frac{1}{\frac{1}{4R} + \frac{1}{4R + R}} = 2R + \frac{1}{\frac{1}{4R} + \frac{1}{5R}} = 2R + \frac{1}{\frac{5+4}{20R}} = 2R + \frac{20R}{9} = \frac{38R}{9}$$



$$R_{AB} = \frac{U}{I_0} = \frac{3U}{8V}$$

$$U = U_{R1} + U'$$

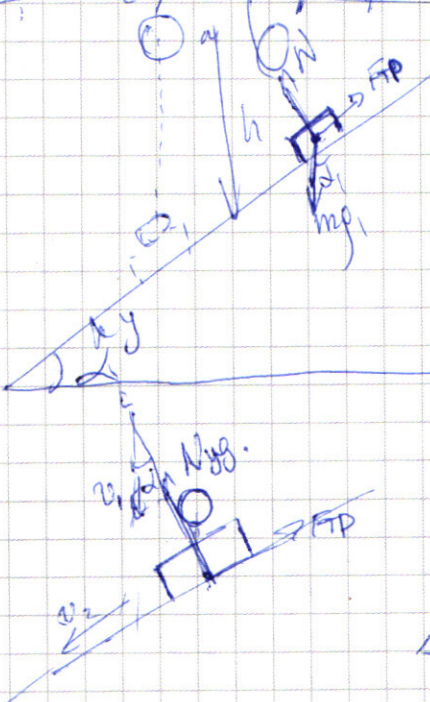
$$U' = U - U_{R1} = U - 2R \cdot I_0 = U - 2R \cdot \frac{3U}{8R} = U - \frac{6U}{8} = \frac{2U}{4}$$

$$P_2 = P_3 = \frac{(U')^2}{4R} \quad P_4 = \frac{(U')^2}{R}$$

$$P = P_2 + P_3 + P_4 = \frac{(U')^2}{4R} + 4 \frac{(U')^2}{4R} = \frac{(U')^2}{R} = \frac{(U/4)^2}{R} = \frac{U^2}{16R}$$

$$= \frac{U^2}{16R} \cdot \frac{5}{4} = \frac{5}{64} \cdot \frac{U^2}{R}$$

$$P = \frac{5}{64} \cdot \frac{U^2}{R} = \frac{5}{64} \cdot \frac{U^2}{R}$$



$$N = mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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

$$h = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} \quad v_1 = \sqrt{2gh}$$

$$v_1 = v_2 + gT = gT = 2 \text{ м/с}$$

$$F_{тр} = \mu N_{yg}$$

$$F \cdot t = \Delta P$$

$$\Delta P_x = m(v_2 + v_1 \sin \alpha) = F_{тр} \cdot t = \mu N_{yg} \cdot t$$

$$\Delta P_y = m v_1 \cos \alpha = N_{yg} \cdot t$$

$$\Delta P_x = \mu \Delta P_y$$

$$m(v_2 + v_1 \sin \alpha) = \mu m v_1 \cos \alpha$$

$$v_2 = v_1 (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$v_2 = v_1 \frac{\mu \cos \alpha - \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$g(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = 0$$

1	2	3	4	5
✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓
✓	✓	✓	✓	✓

решить
оформить
проблема 1
проблема 2
сдан