

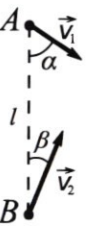
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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. Пластилинный 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.

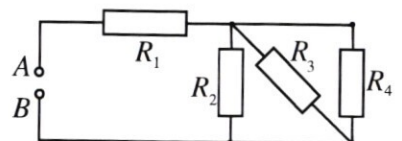
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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

Задача 1.

Дано:

$$l = 0,8 \text{ км}$$

$$V_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\angle = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$T = 25 \text{ с}$$

$$V_2 = ?$$

$$S = ?$$

Обозначим точку встречи C.

Тогда $\angle C = 180^\circ - \angle - \beta = 90^\circ$

$\triangle ABC$ - прям

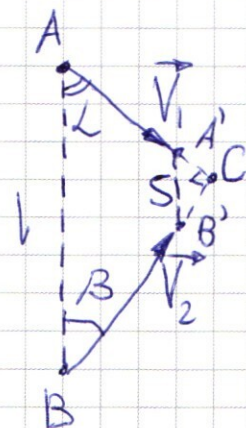
$$\beta = 30^\circ$$

$$l = 0,8 \text{ км}$$

$\triangle ABC$ - прям, по т. Пиф.

$$BC = \sqrt{l^2 - AC^2} = 400\sqrt{3} \text{ м} = 680 \text{ м}$$

$$\frac{BC}{AC} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{400\sqrt{3}}{400} = \sqrt{3} \Rightarrow V_2 = V_1 \sqrt{3}$$



$$V_2 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{3} \approx 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Обозначим местонахождение корабля и торпеды через время T A' и B' соответственно.

Тогда $AA' = V_1 T = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 25 \text{ с} = 200 \text{ м}$

$$BB' = V_2 T = 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 25 \text{ с} = 340 \text{ м}$$

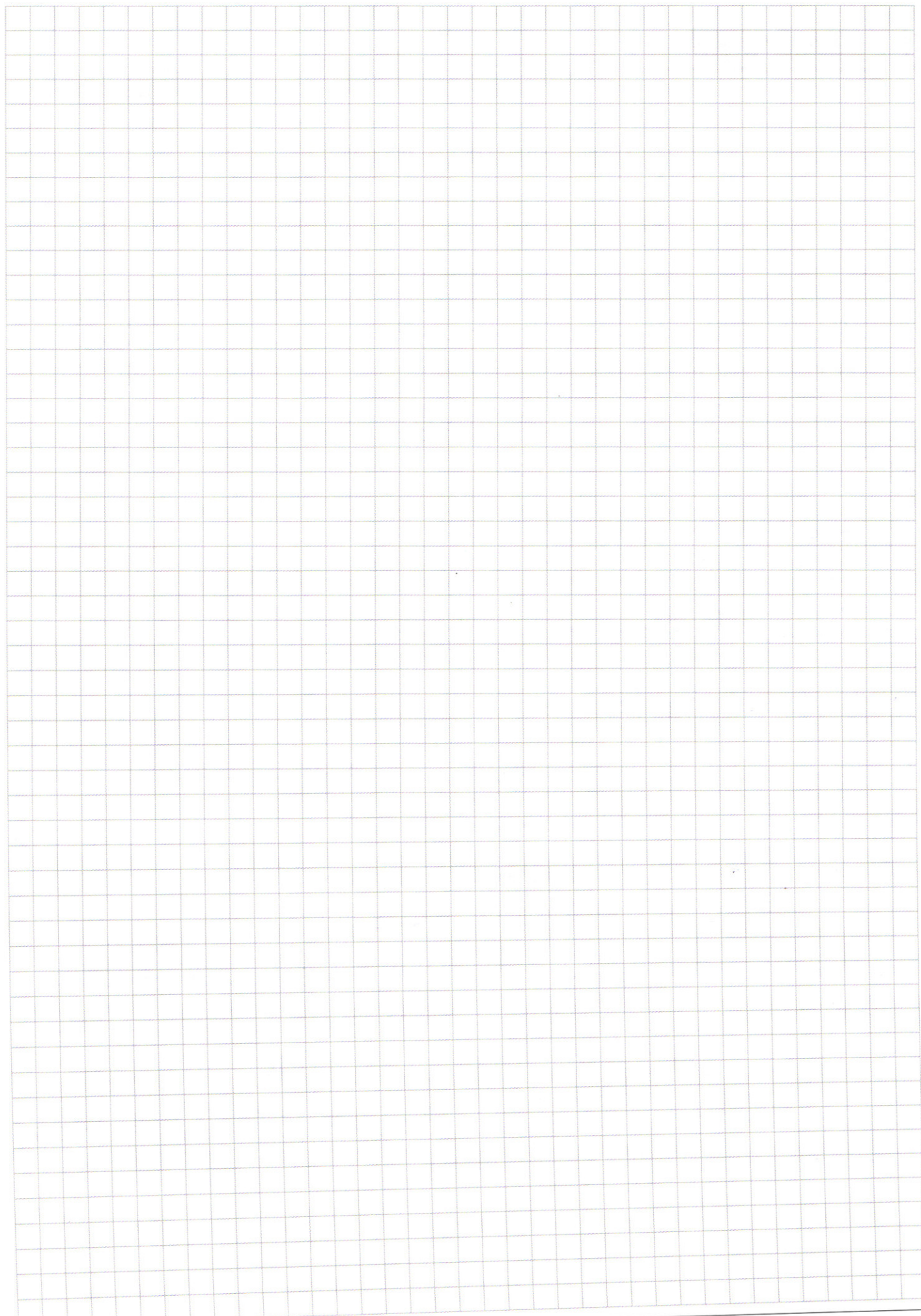
~~AA' - торп.~~ $A'C = AC - AA' = 400 \text{ м} - 200 \text{ м} = 200 \text{ м}$

~~AA' - торп.~~ $B'C = BC - BB' = 680 \text{ м} - 340 \text{ м} = 340 \text{ м}$

$$S = A'B' = \sqrt{A'C^2 + B'C^2} \text{ по т. Пиф } \triangle A'CB'$$

$$S = \sqrt{200^2 \text{ м}^2 + 340^2 \text{ м}^2} = 10\sqrt{1556} \text{ м} = 20\sqrt{389} \text{ м} \approx 390 \text{ м}$$

Ответ: $V_2 \approx 13,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $S \approx 390 \text{ м}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 3.

Дано:

$$a = 2 \frac{m}{c^2}$$

$$T = 0,2c$$

$$g = 10 \frac{m}{c^2}$$

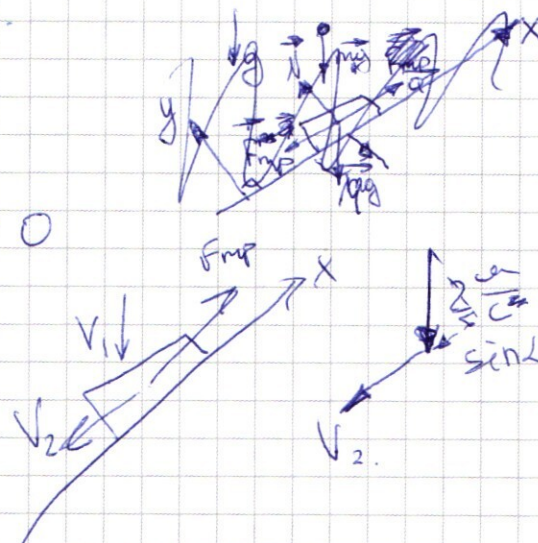
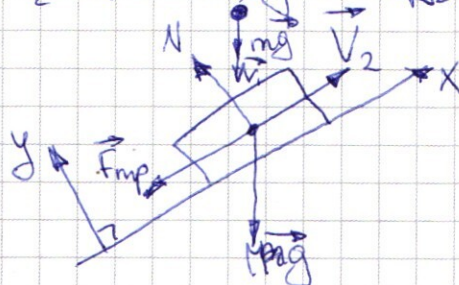
$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

По 3. Ньютона.

$$\vec{N}_1 + M\vec{g} + \vec{F}_{mp1} = M\vec{a}$$

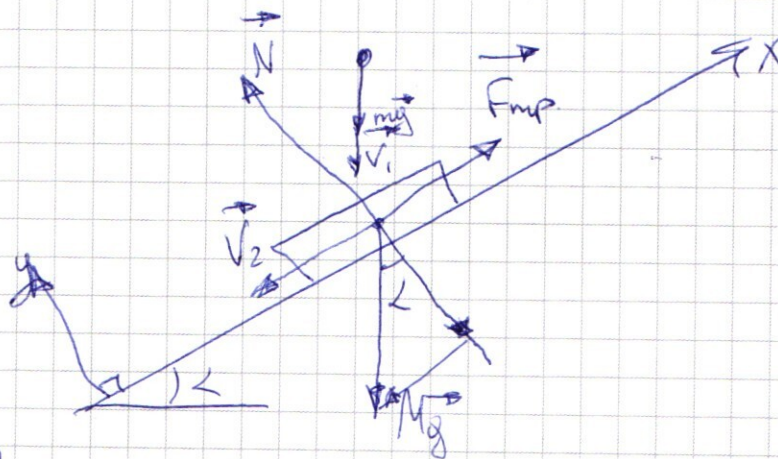
$$\vec{N}_2 + (M+m)\vec{g} + \vec{F}_{mp2} = 0$$



~~По 3. Ньютона~~
 ~~mgh~~

$$V_1 = Tg \Rightarrow V_1 = 0,2c \cdot 10 \frac{m}{c^2} = 2 \frac{m}{c}$$

~~По 3. Ньютона~~
 ~~$M\vec{V}_2 + m\vec{V}_1 = 0$~~
 ~~$MV_2 = m$~~



$$N_1 = Mg \cos \alpha$$

$$F_{mp1} + Mg \sin \alpha = Ma$$

$$\mu Mg \cos \alpha = Ma \quad \mu g \cos \alpha - g \sin \alpha = a$$

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

$$N_2 = (M+m)g \cos \alpha$$

$$(M+m)g \sin \alpha + F_{mp2} = 0$$

$$\mu (M+m)g \cos \alpha = (M+m)g \sin \alpha$$

$$\mu g \cos \alpha = g \sin \alpha$$

$$\mu = \tan \alpha$$

Задача 3.

Дано:

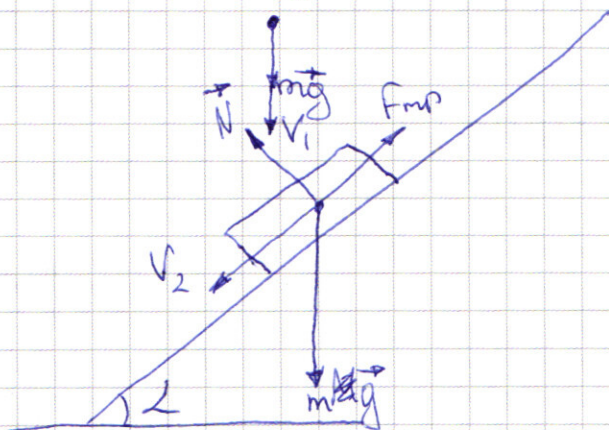
$$a = 2 \frac{u}{c^2}$$

$$g = 10 \frac{u}{c^2}$$

$$T = 0,2c$$

$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$



$$V_1 = gT \Rightarrow V_1 = 10 \frac{u}{c^2} \cdot 0,2c = 2 \frac{u}{c}$$

По ЗСИ.

$$mV_2 + mV_1 \sin \alpha = 2mV, \text{ но } V = 0$$

$$V_2 + V_1 \sin \alpha = 0$$

Но ~~$V_1 > 0$ и $V_2 \geq 0$~~ $V_1 > 0$ и $V_2 \geq 0 \Rightarrow$ к этому моменту брусок уже затормозил и удар не происходит $\Rightarrow V_2 = 0$.

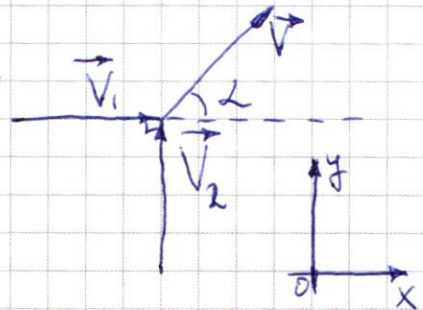
$$\text{Ответ: } V_1 = 2 \frac{u}{c}; V_2 = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 4.

Дано: $V = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $V_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $\Delta t = 1,35^\circ\text{C}$
 $V_2 = ?$
 $c = ?$

Введем систему координат.
 Тогда по ЗСН
 ОХ: $m_1 V_1 = 2m V \cos \alpha$
 ОУ: $m V_2 = 2m V \sin \alpha$
 $V_2 = 2V \sin \alpha$
 $\cos \alpha = \frac{V_1}{2V}$ $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$



$$V_2 = 2V \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = 2V \sqrt{1 - \frac{V_1^2}{4V^2}}$$

$$V_2 = 2 \cdot 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{1 - \frac{30^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{4 \cdot 25^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}} = 2 \cdot 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = 2 \cdot \frac{4}{5} \cdot 25 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

По ЗСЭ

$$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{2m V^2}{2} + Q$$

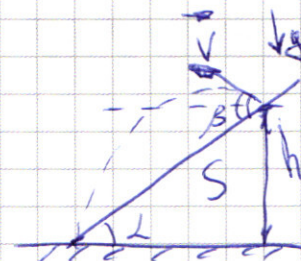
$$V_1^2 + V_2^2 = 2V^2 + 2c \Delta t$$

$$c = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{2\Delta t}; \quad c = \frac{30^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 40^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 2 \cdot 25^2 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 1,35^\circ\text{C}} =$$

$$= \frac{125}{2 \cdot 27} \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} = \frac{125}{54} \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \approx 2,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

Ответ: $V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $c = 2,3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$.

Задача 2.



Дано: $S = V \cos(\beta - L) t$
 $\sin L = 0,6$
 $S = 1,8 \text{ км}$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $\beta = ?$
 $L = ?$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} + \frac{V \sin(\beta - L)}{g}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S \sin L}{g}} + \sqrt{\frac{\sin(\beta - L)}{g}}$$

$$S = V \cos(\beta - L) \left(\sqrt{\frac{2S \sin L}{g}} + \sqrt{\frac{\sin(\beta - L)}{g}} \right) = 1,8 \text{ км}$$

$$= V \cos(\beta - L) \left(\sqrt{\frac{2S \sin L}{g}} + \sqrt{\frac{\sin(\beta - L)}{g}} \right) = 1,8 \text{ км}$$

$$\Rightarrow \beta - L = 45^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ + L$$

$$1800 \text{ м} = \frac{V \cdot 1800 \text{ м} \cdot 0,6}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} + \frac{V^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}$$

$$V \approx 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

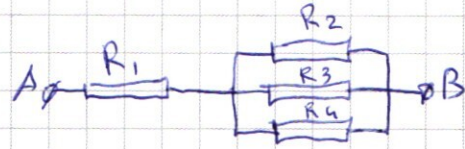
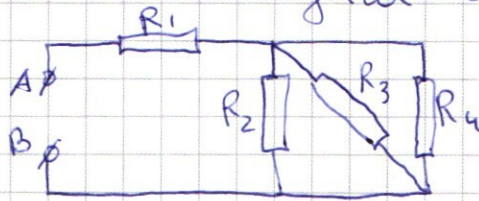
$$L = V \cos 45^\circ t_2 = V \cos 45^\circ \frac{V \sin 45^\circ}{g} = \frac{V^2}{2g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{256 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 12,8 \text{ м}$$

Ответ: $\beta = 45^\circ + \sin^{-1}(0,6)$; $L = 12,8 \text{ м}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача 5.



Дано:

$$R_1 = 2r$$

$$R_2 = R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

$$U = 8V$$

$$r = 60 \Omega$$

$$R_{AB} = ?$$

$$P = ?$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{2-4} = 2r + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}r$$

$$\frac{1}{R_{2-4}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_{2-4}} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} = \frac{1}{2r} + \frac{2}{2r} = \frac{3}{2r}$$

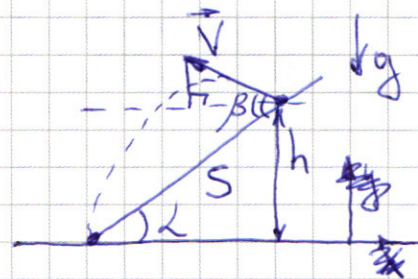
$$R_{2-4} = \frac{2}{3}r$$

$$I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{3U}{8r} = \frac{3 \cdot 8V}{8 \cdot 60\Omega} = \frac{1}{2} A$$

$$P = I^2 R_{AB} = \frac{1}{4} A^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 60\Omega = 1 W$$

Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{3}r$; $P = 1 W$.

Задача 2.



Дано: $\sin \alpha = 0,6$
 $S = 1,8 \text{ km}$
 $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
 $\beta = ?$
 $L = ?$

$S = V \cos(\beta - \alpha) t = V \cos(\beta - \alpha) \frac{V \sin(\beta - \alpha)}{g} =$
 $= \frac{V^2}{g} \sin(\beta - \alpha) \cos(\beta - \alpha) - \text{max} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \sin(\beta - \alpha) \cos(\beta - \alpha) - \text{max} \Rightarrow$
 $\Rightarrow \sin(\beta - \alpha) = \cos(\beta - \alpha) \Rightarrow$
 $\Rightarrow \beta - \alpha = 45^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ + \alpha \Rightarrow \beta = 45^\circ + \sin^{-1}(0,6)$

$S = V \cos(\beta - \alpha) t = V \cos(\beta - \alpha) \sqrt{\frac{2h}{g}} = V \cos(\beta - \alpha) \sqrt{\frac{2S \sin \alpha}{g}}$
 $\Rightarrow \cos(\beta - \alpha) - \text{max} \Rightarrow \beta = \alpha + \sin^{-1} \frac{V \sin \alpha}{\sqrt{216} + \frac{V \sin \alpha}{g}}$

$S = V \cos(\beta - \alpha) \sqrt{\frac{2S \sin \alpha}{g}}$
 $V = \frac{S}{\sqrt{\frac{2S \sin \alpha}{g}}} = \sqrt{\frac{gS^2}{2S \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{gS}{2 \sin \alpha}} \Rightarrow \frac{18 \cdot 180}{1,2 \cdot 2} = 15$

$L = V \cos 45^\circ t = V \cos 45^\circ \frac{V \sin 45^\circ}{g} = \frac{V^2}{g} \cdot \frac{1}{2} = \frac{V^2}{2g}$
 $L = \frac{gS}{2 \sin \alpha \cdot 2g} = \frac{S}{4 \sin \alpha} \quad L = \frac{1,8 \text{ km}}{4 \cdot 0,6} = 0,75 \text{ km}$

Ответ: $\beta = \sin^{-1}(0,6)$; $L = 750 \text{ m}$.
 $(\beta = \alpha)$

$1800 = 18 \cdot 6V + \frac{1}{2} \cdot \frac{V^2}{20} \cdot 1,20$
 $\frac{2S \sin \alpha}{g} = V^2 \frac{\sin^2 \alpha}{g} - \frac{216}{36} \cdot \frac{g}{24} = \frac{\sqrt{2}}{2}$
 $V^2 + 36 \cdot 60V - 36000 = 0$
 $V = \frac{-1080 \pm \sqrt{1080^2 + 36000}}{1}$
 $V = -1080 \pm \sqrt{\dots}$

$2S \sin \alpha = V^2 \sin^2 \alpha$
 $\times \frac{36}{30}$
 1080×1080
 $\times 1080$
 864
 108
 1166400

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\sqrt[3]{1202400}$$

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 16 \\ \hline 96 \\ \hline 16 \\ \hline 256 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1090 \\ 1090 \\ \hline 981 \\ \hline 1098100 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 1095 \\ 1095 \\ \hline 5475 \\ \hline 9855 \\ \hline 1095 \\ \hline 1199025 \end{array}$$

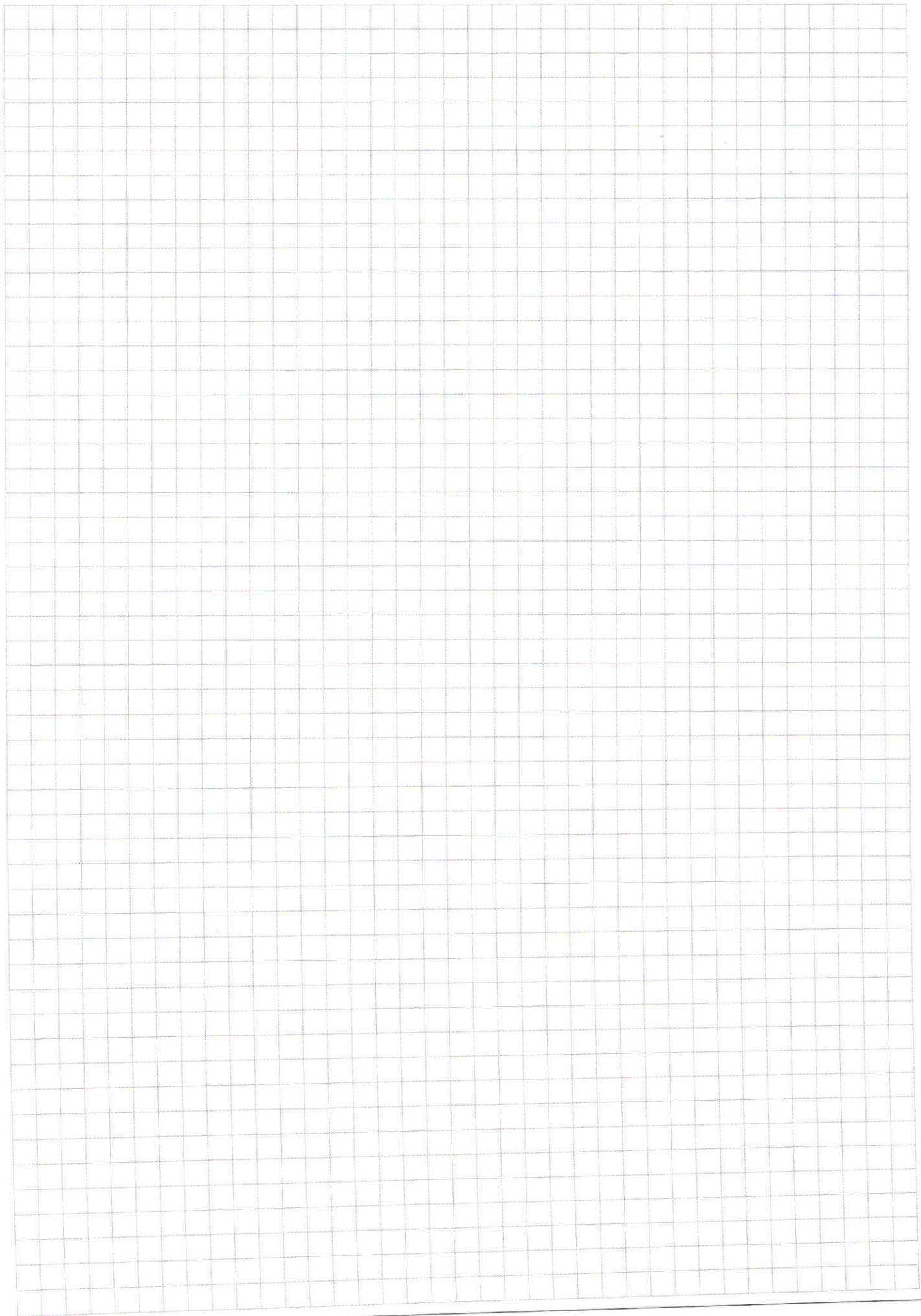
$$1 - 13,6 \frac{m}{c}; 390 m$$

$$2 - 45^\circ + \sin^{-1}(0,6); 12,8 m$$

$$3 - 2 \frac{m}{c}; 0 \frac{m}{c}$$

$$4 - 40 \frac{m}{c}; c = 2,3 \frac{g}{mol}$$

$$5 - \frac{8}{3} r; 1 B.T.$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

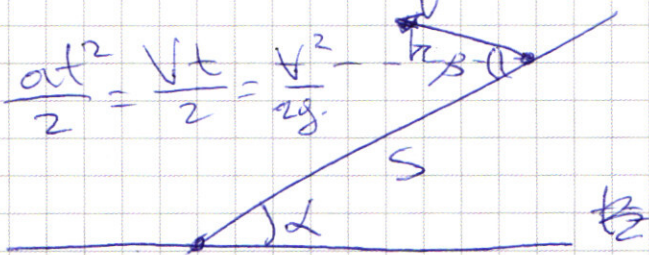
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

[illegible]



$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$S = \frac{at^2}{2} = \frac{Vt}{2} = \frac{V^2}{2g}$$



$$S = V \cos(\beta - \alpha) t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$= V \cos(\beta - \alpha) \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \frac{V \sin(\beta - \alpha)}{g} =$$

$$= \frac{V^2 \sin(\beta - \alpha) \cos(\beta - \alpha)}{g} \quad \sqrt{\frac{2S \cdot 0,6}{g}}$$

$$\sin(\beta - \alpha) \cos(\beta - \alpha) - \max \Rightarrow$$

$$\sin(\beta - \alpha) = \cos(\beta - \alpha)$$



$$\beta - \alpha = 45^\circ$$

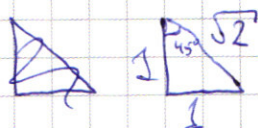
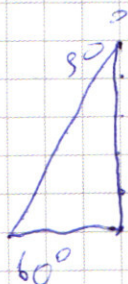
$$1,08 = \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{2,16}{10}$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{18}{4,6} = \frac{9}{2,6}$$

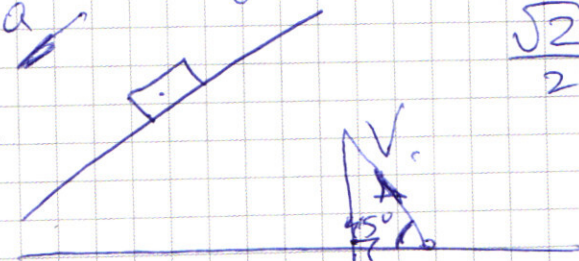
$$\frac{18}{4,6} = \frac{3}{4}$$



$$S = V \cos(\beta - \alpha) \sqrt{\frac{2h}{g}} = V \cos(\beta - \alpha) \sqrt{\frac{2S \sin \alpha}{g}}$$

$$\cos(\beta - \alpha) = \max.$$

$$\beta = \alpha$$



$$\frac{\sqrt{2}}{2} \quad \frac{2}{4}$$