

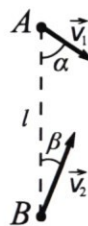
Олимпиада «Физтех» по физике, 9

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 $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

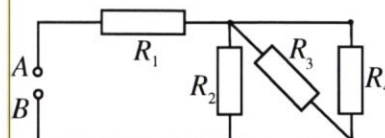
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

$R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. 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

$$\frac{800^2 - 8^2 \cdot 50^2}{50^2} = \frac{640000 - 64 \cdot 2500}{2500} = \frac{640000 - 160000}{2500} =$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 25 \\ \hline 160 \\ 640 \\ \hline 1600 \end{array}$$

$$F_N = m \cos 2 \text{ mg} - \sin 2 \text{ mg}$$
$$= \frac{6400 - 1600}{25} = \frac{4800}{25}$$

$$2 = m \cos \alpha - \frac{1}{2} n \alpha$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ \underline{16} \\ 48 \end{array}$$

$$48 \cdot 4 = 3 \cdot 2^4 \cdot 2 = 3 \cdot 2^6$$

$$8\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$64.3 = 192 + 80 = 272$$

$$192 + 100^2 = 800^2$$

~~$2500 \cdot 192 + 160000$~~

$$t^2(v_1^2 + v_2^2) = 640000$$

$$25 \cancel{\times} (64 + 192) = 6400 \cancel{\times}$$

256

$$\frac{R_1}{R_{AB}}$$

$$= \frac{3.2}{8} \text{ g}$$

$$\sqrt{64-16} = \sqrt{48} \quad \boxed{403}$$

$$\begin{array}{r} 64 \\ -16 \\ \hline 48 \end{array} \quad \begin{array}{r} 24 \\ 12 \end{array} \quad \begin{array}{r} 68 \\ 36 \end{array}$$

$$\frac{1}{2}$$

$$-\frac{1}{R_3} +$$

18

$$R' = \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3}$$

$$R = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$\frac{1}{R''} = \frac{R_2 + R_3}{R_2 R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R''} = \frac{R_4 R_2 + R_3 R_4 + R_2 R_3}{R_2 R_3 R_4}$$

$$\frac{2U \sin(\beta - \alpha)}{g} = t \quad L = \frac{U \sin(\beta - \alpha)}{g}$$

$$\begin{array}{r} 625 \overline{) 2314} \\ \underline{54} \\ 800 \\ \underline{1} \\ 50 \end{array}$$

$$S = U \cos \beta + \frac{g \sin \alpha}{2} t^2$$

$$2U \cos \beta - \alpha t' = S \cos \alpha - \frac{2U \sin(\beta - \alpha)}{g} =$$

$$U_x = U \cos \beta - \alpha = \frac{S \cos \alpha}{2U \cos \beta} = \frac{2 \sin \beta - \alpha}{4} \times \frac{800}{1080}$$

$$S \cos \alpha = 2U \cos(\beta - \alpha)$$

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

$$1440 = 2U \cos(\beta - \alpha) t$$

$$1080 = 2U \sin(\beta - \alpha) t = \frac{g t^2}{2}$$

$$1080 = \frac{1440}{t \cdot \frac{g}{2} (\beta - \alpha)} - \frac{g t^2}{2}$$

$$\sqrt{1800^2 - 1080^2} = \sqrt{3240000 - 1166400}$$

$$2U \sin(\beta - \alpha) \pm \sqrt{2U^2 \sin^2(\beta - \alpha) + 2 \cdot 1080 \cdot 10}$$

$$10 \cdot \sqrt{32400 - 11664} = 10 \cdot 144 = 1440$$

$$\begin{array}{r} 1625 \times 4 \\ \times 2500 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32400 \\ - 11684 \\ \hline 20716 \end{array}$$

$$\frac{144}{180} = \frac{42}{90} = \frac{36}{45} = \frac{4}{5}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 150 \\ \hline 150 \\ 150 \\ \hline 22500 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 123 \\ \times 146 \\ \hline 146 \\ 12896 \\ + 584 \\ \hline 146 \\ 21316 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 144 \\ \hline 144 \\ 11596 \\ + 526 \\ \hline 144 \\ 20736 \end{array}$$

$$\frac{1}{2} \frac{v^2}{a} = 4 \text{ м}$$

$$\frac{1}{2} \frac{v^2}{a} = 4 \text{ м}$$

$$\begin{array}{r} -18 \times 2 \\ -18 \times 6 \\ +18 \\ \hline 216 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$S = vt - \frac{gt^2}{2}$$

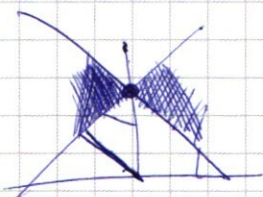


$$S = \left(\frac{v + v'}{2} \right) t$$



$$2aS = v^2 - v'^2$$

$$2aS = +2atb - \frac{gt^2}{2}$$



$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = m\vec{0}$$

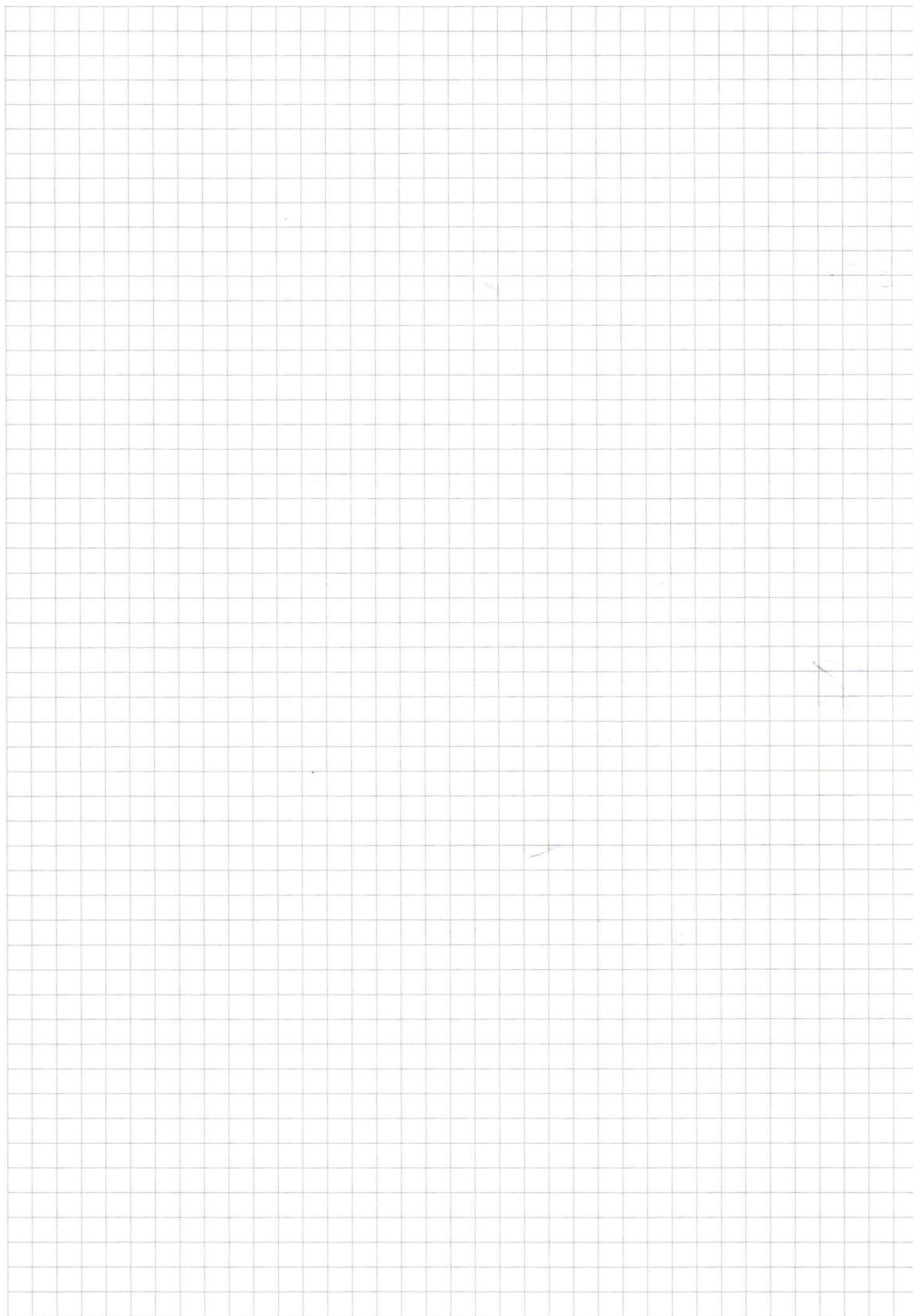


$$ma = \cos 2 \mu g m -$$

$$v_2 + \sin 2 v_1$$

$$2ma = 2m\mu g \cos 2 - 2 \sin 2 \mu g$$

$$a' = g \mu \cos 2 - g \sin 2$$

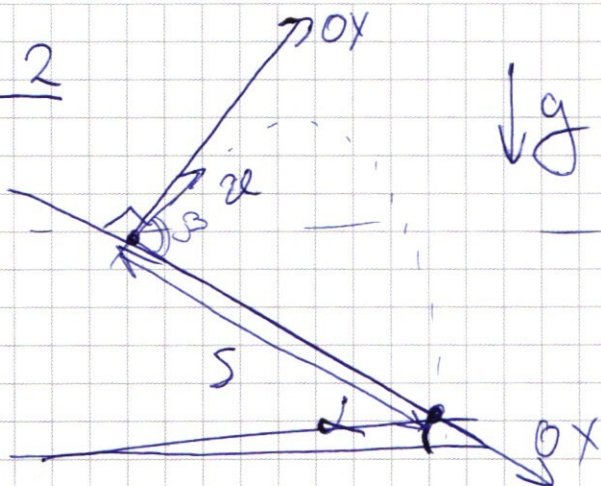


☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 2



$$S = 1800 \text{ м}$$

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

Выгоднее бросать вниз по склону т.к.
время полёта будет ~~и~~ больше

Введём проекции осей OX и OY
Проекция скорости u на OX

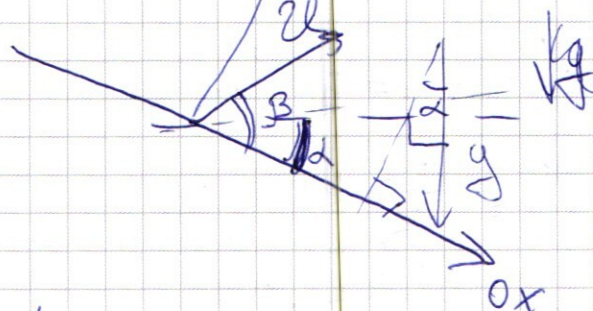
$$u_x = u \cos \beta + g \sin \alpha t$$

$$u_y = u \sin \beta - g \cos \alpha t$$

$$S = u \cos \beta t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$L = u \sin \beta - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

$$L = 0$$



$$\sqrt{\frac{2u \sin \beta}{g \cos \alpha}} = t$$

$\sin \beta$ - должен быть большой

$$-u \cos \beta \pm \sqrt{u^2 \cos^2 \beta + 2S \sin \alpha g}$$

$\Rightarrow \cos \beta$
должен быть
маленький

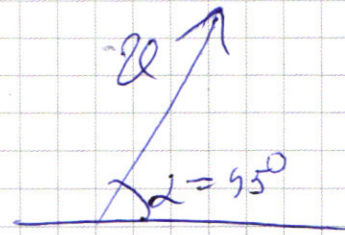
$$t = \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{3600}{6}}$$

$$\frac{g \sin \alpha}{\sin \beta} = 1$$

$$\beta = 90^\circ \quad \cos \beta = 0$$

2) задача №2

Наилучший угол для ~~запуска~~ запуска на ~~дальнейшее~~ наиб.
расстояние 45°



$$L = v \cdot \cos \alpha \cdot t$$

$$S = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$S = 0$$

$$v \sin \alpha = \frac{gt}{2} \quad t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$$

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

$$L = \frac{2400^2}{10} = \frac{5760000}{10} = \underline{\underline{576000 \text{ м}}}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 24 \\ \times 24 \\ \hline 192 \\ 480 \\ \hline 576 \end{array}$$

Продолжение пункта 1: ~~второй~~ второй задачи

$$v \sin \beta = \frac{gt^2}{2} \cdot \cos \alpha$$

$$v = \frac{gt^2}{2} \cos \alpha =$$

$$= \frac{10 \cdot (10\sqrt{6})^2}{2} \cdot 0,8 =$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{S^2 - \sin^2 \alpha S^2}}{S} =$$

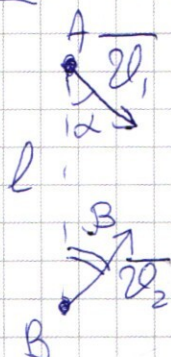
$$= \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{1} = \sqrt{1 - 0,6^2} =$$

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

$$= 5 \cdot 0,8 \cdot 100 \cdot 6 = 30 \cdot 8 \cdot 10 = 2400 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1



$$l = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$$

$$v_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

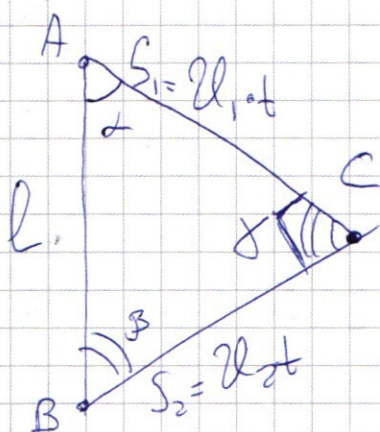
$$\alpha = 60^\circ$$

$$\beta = 30^\circ$$

$$v_2 = ?$$

t - время проинане до столкновения

1)



В треугольнике сумма
углов 180°

Точка C - место столкнове-
ния торпеды и корабля

$$\gamma = 180 - \alpha - \beta = 180 - 60 - 30 = 90^\circ$$

$S_1 = v_1 t$ - путь проделанный кораблем до столкнове-
ния

$S_2 = v_2 t$ - путь проделанный торпедой до столкно-
вения.

Т.к. угол $\beta = 30^\circ \Rightarrow$ по теореме в прямоугольном
треугольнике против угла в 30° лежит сторона равная
половине гипотенузы

$$l = 2 S_1$$

$$l = 2 v_1 t$$

$$t = \frac{l}{2 v_1} = \frac{800}{2 \cdot 8} = 50 \text{ с}$$

по теореме Пифагора: продолжение задачи №1

$$l^2 = S_1^2 + S_2^2$$

$$l^2 = u_1^2 t^2 + u_2^2 t^2$$

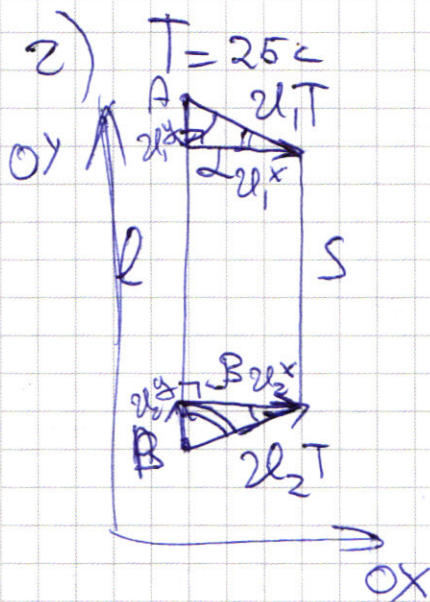
$$u_2^2 = \frac{l^2 - u_1^2 t^2}{t^2} = \frac{l^2}{t^2} - u_1^2$$

$$u_2 = \sqrt{\frac{l^2}{t^2} - u_1^2} = \sqrt{\frac{800^2}{50^2} - 8^2} = \sqrt{\frac{640000}{2500} - 64} =$$

$$= \sqrt{\frac{6400}{25} - 64} = \sqrt{256 - 64} = \sqrt{192} = \sqrt{2^6 \cdot 3} = 2^3 \sqrt{3} =$$

$$= 8\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$u_2 = 8\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \text{— ответ}$$



Докажем, что $l \parallel S$:

Найдём проекции скоростей u_1 и u_2 на ось OX :

$$u_1^2 x^2 + u_1^2 y^2 = u_1^2$$

$$u_1^x = \sqrt{u_1^2 - u_1^2 y^2}$$

$$u_1^y = \frac{1}{2} l, \quad \text{по теореме } 30^\circ \text{ в прямоугол. } \Delta$$

$$u_1^x = \sqrt{u_1^2 - \frac{u_1^2}{4}} = \sqrt{\frac{3}{4} u_1^2} = \sqrt{\frac{3}{4} \cdot 8^2} =$$

$$= \sqrt{\frac{3}{4} \cdot 64} = \sqrt{3 \cdot 16} = 4\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

или можно:

$$u_2^x = \sqrt{u_2^2} = u_2$$

$$u_2^x = \sin 30^\circ u_2 = \sin 30^\circ \cdot 8\sqrt{3} = \frac{1}{2} \cdot 8\sqrt{3} = 4\sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\begin{array}{r} 6400 \overline{) 25} \\ 50 \overline{) 256} \\ 140 \overline{) 125} \\ 150 \overline{) 150} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 140 \\ 125 \\ 150 \\ 150 \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 956 \\ 64 \overline{) 192} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 192 \overline{) 2} \\ 18 \overline{) 164} \\ 12 \overline{) 12} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 192 \overline{) 3} \\ 18 \overline{) 164} \\ 12 \overline{) 12} \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

продолжение задания №1

$$U_1^X = U_2^X = \eta \sqrt{3} \frac{U}{\epsilon} \quad U_1^X T = U_2^X T - \text{высоты в данной трапеции}$$

$S \parallel R$

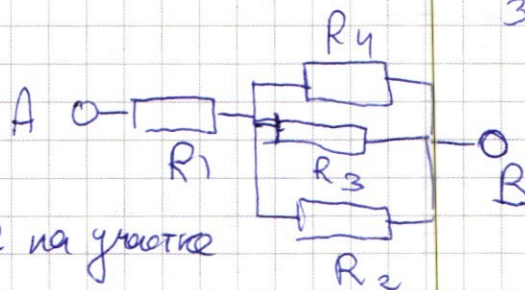
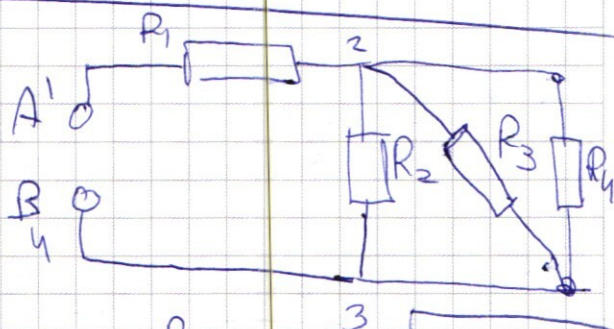
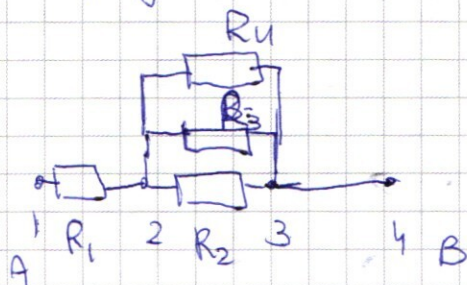


$$\begin{aligned} S &= l - U_1^X T - U_2^X T = l - \frac{1}{2} U_1 T - \sqrt{\frac{3}{4}} U_2^2 T = \\ &= 800 - \frac{1}{2} \cdot 8 \cdot 25 - \sqrt{\frac{3}{4}} \cdot (8\sqrt{3})^2 \cdot 25 = 800 - 100 - \sqrt{\frac{3 \cdot 3 \cdot 64}{4}} = \\ &= 760 - \sqrt{3 \cdot 4} = 760 - 12 = \underline{688 \text{ м}} \end{aligned}$$

$S = 688 \text{ м}$ - ответ

~~№2~~ №5

Нарисуем эквивалентную схему



1) Посчитаем сопротивление на участке 2-3 (Параллельное соединение)

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R' = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$$

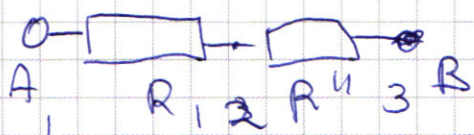
$$\frac{1}{R''} = \frac{1}{R'} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R''} = \frac{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4}{R_2 R_3 R_4}$$

$$\begin{aligned} R_1 &= 2 \Omega \\ R_2 &= R_3 = \\ &= 4 \Omega \\ R_4 &= 1 \Omega \\ U_{AB} &= 8 \text{ В} \end{aligned}$$

$$R'' = \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4} = \frac{4\Omega \cdot 4\Omega \cdot 4\Omega}{4\Omega \cdot 4\Omega + 4\Omega \cdot 4\Omega + 4\Omega \cdot 4\Omega} =$$

$$= \frac{16\Omega^3}{16\Omega^2 + 16\Omega^2 + 16\Omega^2} = \frac{16\Omega^3}{48\Omega^2} = \frac{2}{3}\Omega$$



$$R_{AB} = R_1 + R'' = 2\Omega + \frac{2}{3}\Omega =$$

$$= 2\frac{2}{3}\Omega$$

$$R_{AB} = 2\frac{2}{3}\Omega - \text{ответ}$$



2) P - ? $\Omega = 6 \text{ Ом}$

$$P = P_2 + P_3 + P_4 = U_2 I_2 + U_2 I_3 + U_2 I_4 = \frac{U_2^2}{R_2} + \frac{U_2^2}{R_3} + \frac{U_2^2}{R_4} =$$

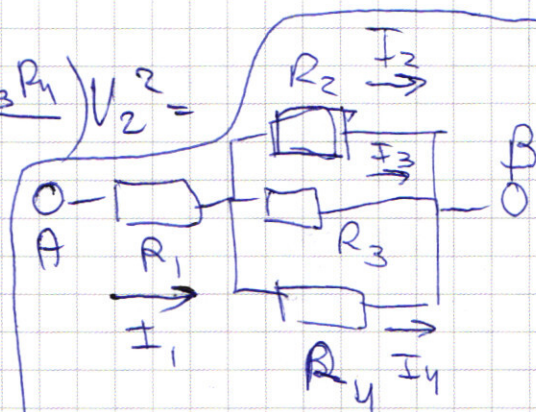
$$= U_2^2 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = \frac{(R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4)}{R_2 R_3 R_4} U_2^2 =$$

$$= \frac{U_2^2}{R''} = \frac{(U_{AB} - U_1)^2}{R''} = \frac{(U_{AB} - I_1 R_1)^2}{R''} =$$

$$= \frac{\left(U_{AB} - \frac{U_{AB}}{R_{AB}} R_1 \right)^2}{R''} = \frac{U_{AB}^2 \left(1 - \frac{R_1}{R_{AB}} \right)^2}{R''} =$$

$$= \frac{U_{AB}^2 \left(1 - \frac{2\Omega}{2\frac{2}{3}\Omega} \right)^2}{\frac{2}{3}\Omega} = \frac{U_{AB}^2 \left(1 - \frac{3}{4} \right)^2}{\frac{2}{3}\Omega} = \frac{64 \left(1 - \frac{3}{4} \right)^2}{4} =$$

$$= 16 \left(1 - \frac{3}{4} \right)^2 = 16 \cdot \frac{1}{16} = 1 \text{ Вт}$$



$$U_{AB} = U_1 + U_2$$

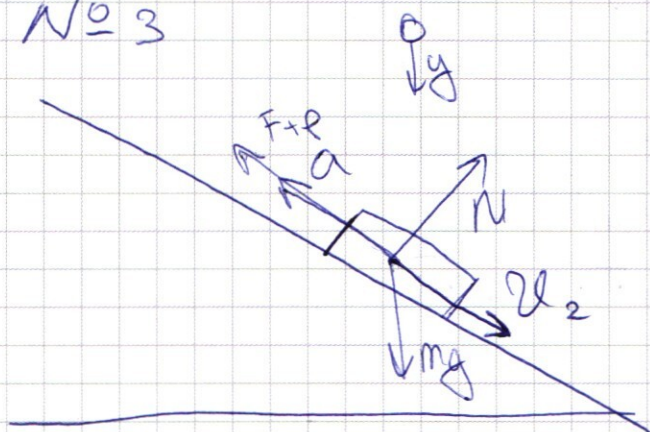
$$U_2 = U_{AB} - U_1$$

Ответ: $P = 1 \text{ Вт}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

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



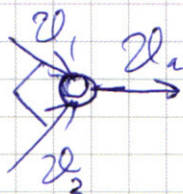
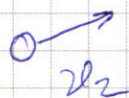
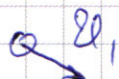
1) $v_1 = v_0 + gT$ $v_0 = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 ↑ скорость шарика перед ударом

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

$v_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

№ 4

1)



$$u_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

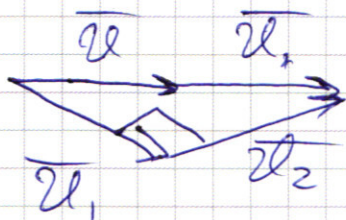
$$u = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m \overline{u_1} + m \overline{u_2} = 2m \overline{u}$$

Закон сохранения импульса

$$m(\overline{u_1} + \overline{u_2}) = 2m \overline{u}$$

$$\overline{u_1} + \overline{u_2} = 2 \overline{u}$$



по т. Пифагора

$$u^2 = u_2^2 + u_1^2$$

$$u_2 = \sqrt{u^2 - u_1^2} = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2} =$$

$$= \sqrt{4 \cdot 625 - 900} =$$

$$= \sqrt{2500 - 900} = \sqrt{1600} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Кинетическая энергия шарика до удара

$$E_1 = \frac{m u_1^2}{2}$$

второе $E_2 = \frac{m u_2^2}{2}$

$$E = \frac{2m u^2}{2} = m u^2$$

общая после удара

Q - выделившееся при ударе

$$E_1 + E_2 = E + Q$$

$$\frac{m u_1^2}{2} + \frac{m u_2^2}{2} = m u^2 + Q$$

$$C = \frac{\frac{u_1^2 + u_2^2}{2} - u^2}{2 \Delta t} = \frac{\frac{30^2 + 40^2}{2} - 25^2}{2 \cdot 1,35} = \frac{\frac{900 + 1600}{2} - 625}{2,7} =$$

$$= \frac{\frac{2500}{2} - 625}{2,7} = \frac{1250 - 625}{2,7} = \frac{625}{2,7} \approx 231 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$