

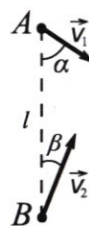
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 09

Вариант 09-02

Бланк задания обязательно должен быть вложен в работу. Работы без влож

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?

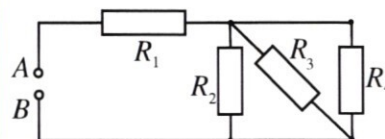
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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.

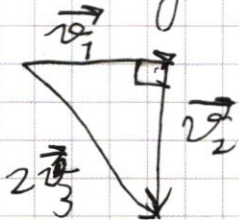
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №4.



1) По закону сохранения импульса
 $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}_3$, где m - масса
одного шарика

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}_3$$

П.к. скорости направлены перпендикулярно друг другу,

исходя из рисунка:

$$2v_3 = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}$$

Подставим известные значения:

$$2 \cdot 2.5 = \sqrt{30^2 + v_2^2} \Rightarrow 2500 = 900 + v_2^2 \Rightarrow v_2 = 40 \text{ м/с}$$

2) Будем считать, что шары движутся на горизонталь-
ной плоскости, значит на них не действуют силы трения
и закон сохранения энергии - должен выполняться, но нам
не будет известно

Рассмотрим момент „за мгновение до столкно-
вения“. Полная механическая энергия первого шара
равна $\frac{mv_1^2}{2}$; 0. второго - $\frac{mv_2^2}{2}$; а общая энергия

стала, когда они уже слились $\frac{2mv_3^2}{2}$, при этом
повысилась температура каждого, т.е. выделилось

тепло $2cm\Delta t$:

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} - \frac{2mv_3^2}{2} = 2cm\Delta t \quad | \cdot \frac{2}{m}$$

$$v_1^2 + 4v_2^2 + 4c\Delta t = v_3^2$$

$$4 \cdot c \Delta t = v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2$$

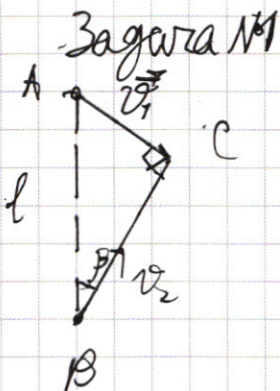
$$c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2}{4\Delta t} = \frac{900 + 1600 - 625 \cdot 2}{4 \cdot 1,35} =$$

$$= \frac{1250}{1,35} = \frac{312,5}{0,27} = \frac{31250}{27} = \frac{312,5}{0,27} = \frac{62,5}{0,27} =$$

$$= \frac{6250}{27} = 231,1 \text{ (м/кл.}^\circ\text{)}$$

$$\begin{array}{r} 6250 \overline{) 27} \\ - 54 \\ \hline 85 \\ 81 \\ \hline 40 \\ - 27 \\ \hline 130 \\ - 108 \\ \hline 22 \\ 27 \\ \hline 30 \end{array}$$

ответ: 40 м/с; 231,1 м/кл.°



Решение:

1) По теореме о сумме углов треугольника:
 $\angle ACB = 180^\circ - 30^\circ - 60^\circ = 90^\circ$, т.е. треугольник

ост. лог. прямоу. углы

и C — на боковой стороне ветви

по свойству прямоугольного треугольника

т.к. $\angle B = 30^\circ$, против пр. угла лежит гипотенуза

$\frac{AC}{2} = 0,4 \text{ км, т.е. } 400 \text{ м, со скоростью } 40 \text{ м/с} \Rightarrow$

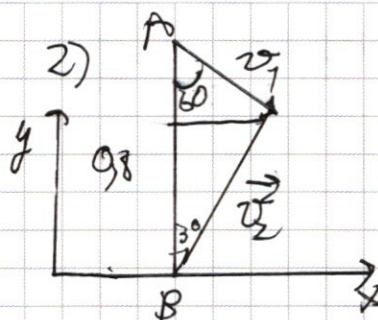
жить ему осталось 50 с. $BC = AB \cdot \sin 60^\circ$

$$= 800 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 400\sqrt{3}, \text{ т.е.}$$

$$v = \frac{BC}{50} = \frac{400\sqrt{3}}{50} = 8\sqrt{3} \approx 8,17 \approx 13,6 \text{ (м/с)}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ \times 17 \\ \hline 136 \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Введем условные оси x и y
Рассмотрим корабль А. По оси x он
идет ~~назад~~ и за 25с проходит

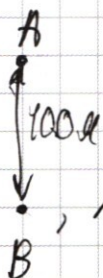
$$25 \sin 60^\circ \cdot 8 = 4\sqrt{3} \cdot 25 \text{ м, а по оси } y$$

$$25 \cdot \cos 60^\circ \cdot 8 = 4 \cdot 25 \text{ м. Аналогично рассмотрим}$$

$$\text{корабль В, по оси } x \cdot 25 \cdot \sqrt{3} \cdot \sin 30^\circ = 4\sqrt{3} \cdot 25, \text{ по оси } y$$

$$25 \cdot \sqrt{3} \cdot \cos 30^\circ = 12 \cdot 25. \text{ Значит, по оси } x \text{ расстояние}$$

не изменилось, а изменил в виду, АВ по прямой параллельно
оси y . В сумме по оси y они прошли $(4+12) \cdot 25 = 16 \cdot 25 = 400 \text{ м,}$
т.е. по прямой расстояние между ними $800 - 400 =$
 $= 400 \text{ м}$



, по оси x они относительно друг друга не движутся

Ответ: ~~13,6~~ $13,6 \text{ м/с}$; 400 м

Задача 5

1) Резисторы 2, 3 и 4 соединены параллельно, найдем их общее
сопротивление (R_{234}):

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} = \frac{3}{2r} \Rightarrow R_{234} = \frac{2r}{3}$$

Еще представить резисторы 2, 3, 4 как один $\frac{2r}{3}$ с сопротив-
лением $\frac{2r}{3}$, то резистор 1 будет соединен с ними:

последовательно

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 2r + \frac{2}{3}r = 2\frac{2}{3}r$$

2) При $r = 6 \text{ Ом}$ суммарное сопротивление равно

$$R_{AB} = 2\frac{2}{3}r = 16 \text{ Ом}, R_1 = 12 \text{ Ом}, R_{234} = 4 \text{ Ом}, \Rightarrow I_1 = I_{234}$$

$$= \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8}{16} = 0,5 \text{ (А)}$$

Найти мощность на первом проводнике

$$P_1 = I^2 R = 0,5^2 \cdot 12 = 3 \text{ (Вт)}$$

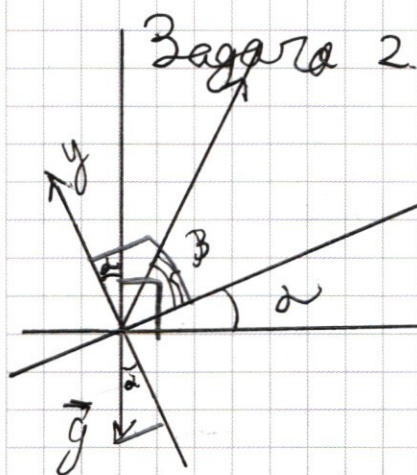
на проводниках 2, 3, 4 суммарно:

$$P_{234} = I^2 R = 0,5^2 \cdot 4 = 1 \text{ (Вт)}$$

$$P_{234} = I^2 R = 0,5^2 \cdot 4 = 1 \text{ (Вт)}$$

Ответ: $2\frac{2}{3}r, 12 \text{ Ом}$ ($2\frac{2}{3}r \approx 2,7r$)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



Задача 2

Решение:

1) Введем ос. x, y . Проецируем на ось x . Очевидно, что н.к. линия падает, $v_y = 0$.

Пусть линию выстрелили с какой-то скоростью v , ~~тогда~~; а угол она с ~~какой-то~~

через какое-то время T , тогда:

$$v \cdot \sin \beta t - g \frac{T^2}{2} \cdot \cos \alpha = 0 \quad | : T$$

$$v \cdot \sin \beta = g \frac{T}{2} \cdot \cos \alpha \Rightarrow v, g, \cos \alpha \text{ не изменить}$$

не в состоянии $\Rightarrow$ тем больше $\sin \beta$, тем больше $T \Rightarrow$

максимально возможный в природе угол равен 1, или $\beta = 90^\circ$

2) Проецируем на ось x :

$$v_x = v \cdot \cos \beta t + g \frac{T^2}{2} \cdot \sin \alpha$$

или обозначим
угол, под которым
стреляет

Вертикаль к проекции
выстрела под углом 90° к склону, получим

$$v t + g \frac{T^2}{2} \cdot \sin \alpha = 1800 \quad (1, \text{ км} = 1800 \text{ м})$$

$$v = g \frac{T}{2} \cdot \cos \alpha \Rightarrow$$

$$g \frac{T^2}{2} (\cos \alpha + \sin \alpha) = 1800 \quad \text{По основному тригонометрическому тождеству:}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - (\sin \alpha)^2} = \sqrt{1 - 0,36} = 0,8 \Rightarrow$$

$$\frac{gT^2}{2} \cdot 1,4 = 800$$

$$T^2 = \frac{800}{1,4} = 571,4$$

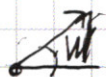
$$T = \sqrt{571,4} = 23,9$$

$$\frac{gT^2}{2} = \frac{800}{1,4} \Rightarrow T = 23,9 \Rightarrow v = \frac{gT}{2} \cdot 0,8 = 120 \sqrt{\frac{2}{7}}$$

С горизонтальной поверхностью:

$$F_x = v \cdot T \cdot \cos W$$

мы знаем, как из формулы, наиболее простое решение



или просто мы $W = 45^\circ$, т.е. $\cos W = \frac{\sqrt{2}}{2}$

$$F_y = v \cdot T \cdot \sin W - \frac{gT^2}{2} = 0$$

$$v \cdot \sin W = \frac{gT}{2}$$

$$T = \frac{2v \sin W}{g} \Rightarrow F_x = \frac{v \cdot 2v \sin W}{g} \cdot \cos W =$$

$$= \frac{(120 \sqrt{\frac{2}{7}})^2 \cdot 2 \cdot 0,8}{g} = \frac{14400 \cdot 2 \cdot 0,8}{70} = \frac{1440 \cdot 16}{7} \approx 3291,4 \text{ (м)}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 140 \\ \hline 864 \\ 1440 \\ \hline 23040 \end{array}$$

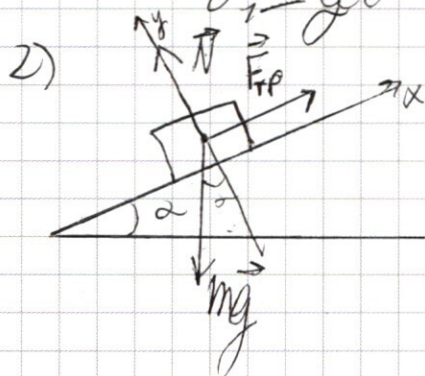
$$\begin{array}{r} 23040 : 7 \\ 21 \\ \hline 20 \\ - 14 \\ \hline 64 \\ - 63 \\ \hline 10 \\ - 7 \\ \hline 30 \end{array}$$

Ответ: 90° ; 3291,4 м

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Задача №3

1) П.к. начальная скорость шарика нулевая.
 $v_1 = gt = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ (м/с)}$



$$x: F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = -ma$$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0$$

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

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

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

$$(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) = -0,2$$

По закону сохранения импульса

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0 \quad m - шарик/шаров$$

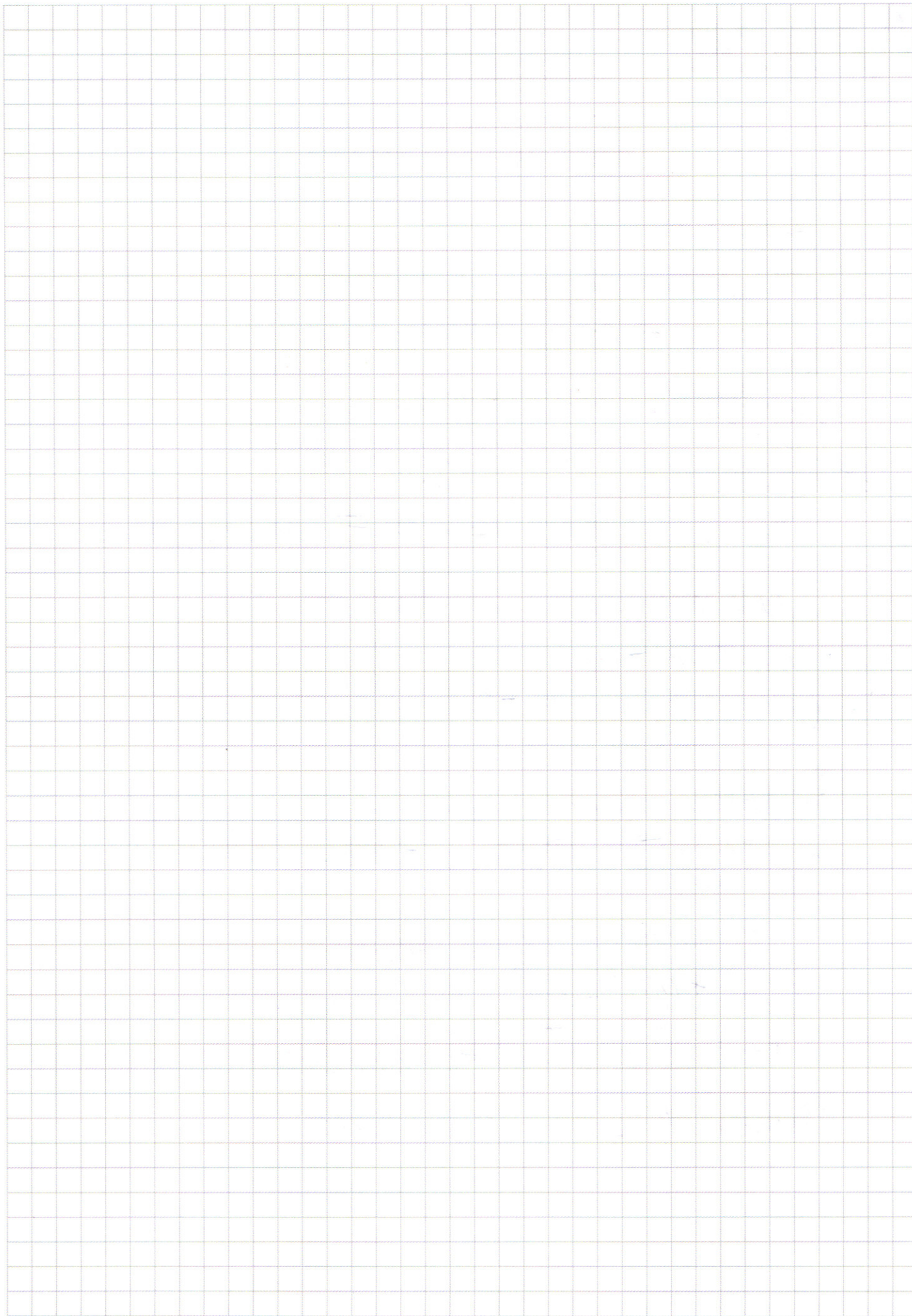
$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 0$$

По закону сохранения энергии

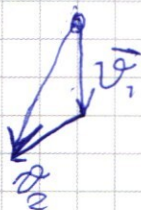
$$mgH + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}, H = \frac{gt^2}{2} = 0,2 \text{ м}$$

$$2 + 2 = \frac{v_2^2}{2} \Rightarrow v_2 = 2\sqrt{2} \approx 2,8 \text{ м/с}$$

Ответ: 1) 2 м/с 2) 2,8 м/с



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$g\delta = 3 \text{ мк}$$

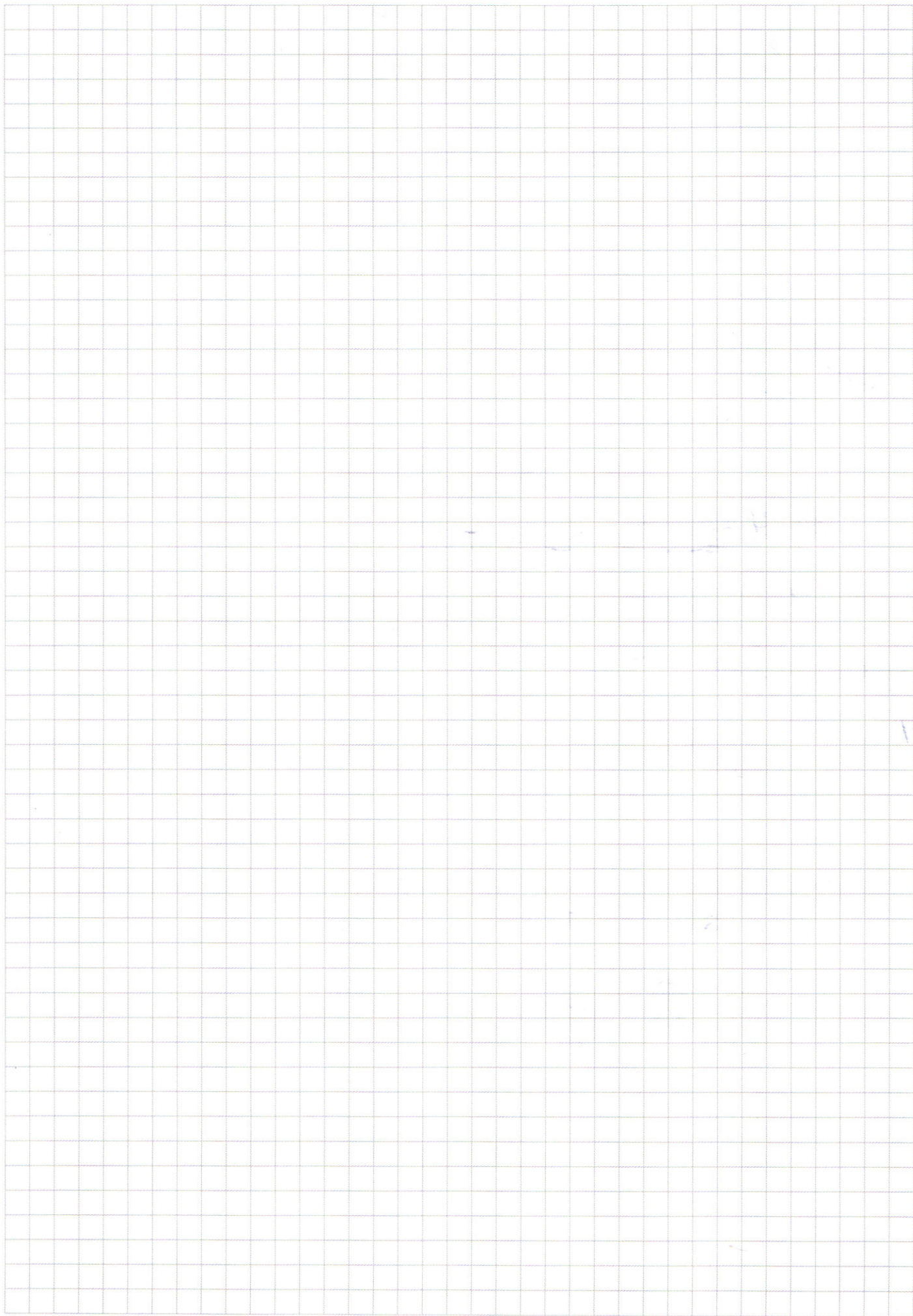
$$v = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ мк}$$

$$mgH + \frac{mv_1^2}{2} = \frac{mv_2^2}{2}$$

$$gH + \frac{v_1^2}{2} = \frac{v_2^2}{2}$$

$$2gH + v_1^2 = v_2^2$$

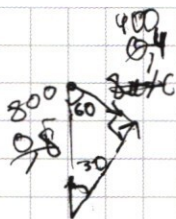
$$H = \frac{g\delta^2}{2} = \frac{10 \cdot 0,04}{2} = 0,2 \text{ м}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



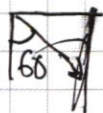
$$t = \frac{0.4}{8} \cdot \frac{400}{8} = 50 \text{ c}$$

$$x: 25 \cdot 8 \neq 200$$

$$25 \cdot 8 \sqrt{3} = 200 \sqrt{3}$$

$$+ =$$

$$100 \sqrt{160000} \cdot 48 = \frac{400 \sqrt{3}}{80} = 8 \sqrt{3}$$



$$x: 8 \cdot 25 \cdot \sin 60 + 8 \sqrt{3} \cdot 25 \cdot \sin 30 =$$

$$= 8 \cdot \frac{25 \cdot \sqrt{3}}{2} + 8 \sqrt{3} \cdot \frac{25}{2} = 8 \sqrt{3} \cdot 25 = 200 \sqrt{3}$$

$$y: 8 \cdot 25 \cdot \cos 60 + 8 \sqrt{3} \cdot 25 \cdot \cos 30 =$$

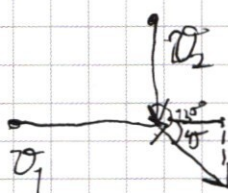
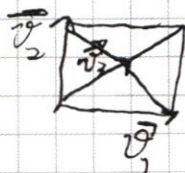
$$= 200 \sqrt{3}$$

$$(200 \sqrt{3})^2 = 40000 \cdot 3 = 120000$$

$$100 \sqrt{24} = 200 \sqrt{6}$$

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - 2 \cos t = \frac{v_3^2}{2}$$

$$\cos t = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2}{4 \cdot 1.35}$$



$$m_1 = m_2$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v}_3$$

$$x: m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_3 \cos 45^\circ$$

$$y: m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v_3 \cos 45^\circ$$

$$m \vec{v}_1 + m \vec{v}_2 = 2m \vec{v}_3$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2 \vec{v}_3$$

$$\sqrt{3600 + 625} = \sqrt{4225} = 65$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - 2 m \cos t = \frac{2 m v_3^2}{2}$$

$$28$$

$$2500 - 900 = 1600 \Rightarrow \sqrt{1600} = 40$$

$$\frac{800}{2} + \frac{1600}{2} = 2cat \quad \frac{2 \cdot 625}{2} \cdot 1.2$$

$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}_3$$

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

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}_3$$

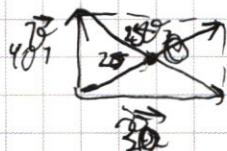
$$2500 - 4cat = 2 \cdot 625$$

$$4cat = 2500 - 1250$$

$$4cat = 1250$$

$$cat = 312.5$$

$$\Delta \leftarrow \frac{312.5}{1.35} = \frac{625}{2.7} = \frac{6250}{27} \approx \dots$$



$$900 = \frac{2500}{2}$$

$$\begin{array}{r} 3125 \overline{) 135} \\ \underline{30} \\ 15 \end{array}$$

$$R_3 \parallel R_4 \Rightarrow \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R} \Rightarrow \frac{4}{5} R$$

$$R_2 \parallel R_3 \Rightarrow \frac{1}{R} + \frac{2}{R} = \frac{3}{R} \Rightarrow \frac{4}{5} R + R_1 = \frac{4}{5} R + 2R = 2\frac{2}{3} R$$

$$U = 8V$$

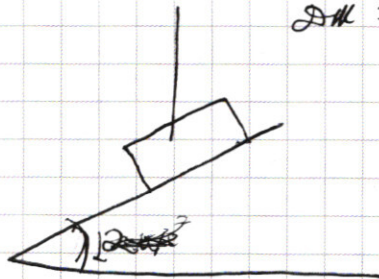
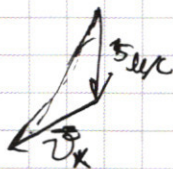
$$R_1 = 12 \Omega \Rightarrow I = \frac{U}{R} = \frac{8}{3} A$$

$$U_2 = U_3 = U_4 \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{24} \quad I_3 = \frac{U_2}{24} + \frac{U_2}{6}$$

$$\frac{U_2}{24} + \frac{U_2}{24} + \frac{U_2}{6} = \frac{U_2}{12} + \frac{U_2}{6} = \frac{3U_2}{12} = \frac{U_2}{4} = \frac{8}{3} \Rightarrow U_2 = \frac{32}{3}$$

$$\frac{U^2}{R} = \frac{\left(\frac{8}{3}\right)^2}{\frac{32}{3}} = \frac{64}{9} \cdot \frac{3}{32} = \frac{32}{3}$$

$$2\pi k = k \cdot \omega \cdot t$$



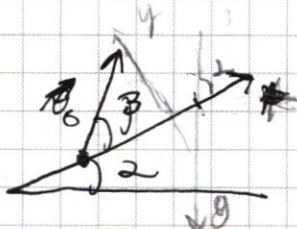
$$v_{\text{н}} = v_0 + g \cdot t$$

$$v = g \cdot t = 5u/c$$

$$v = \omega \cdot r$$

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



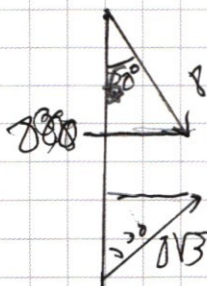
$$v_x = v_0 \cdot \cos \beta = 7.8 \text{ м/с} + g \frac{t^2}{2} \cdot \cos 2$$

$$v_y = g \frac{t^2}{2} = 1.8$$

$$g \frac{t^2}{2} \cdot 0.3 + v_0 \cdot t \cdot \cos \beta - 1.8 \cdot 0.0 = 0$$

$$x = (v_0 \cdot \cos \beta)^2 + 7200 \cdot 0.3 g$$

$$- v_0 \cdot \cos \beta + \sqrt{(v_0 \cdot \cos \beta)^2 + 2160}$$



по x пройдет $8 \cdot \cos 30^\circ = 4\sqrt{3}$

по y $4 \cdot 25 \sqrt{16}$

по x пройдет $\frac{8\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}}{2} \cdot 25 = 15\sqrt{3}$

по y пройдет $\frac{8\sqrt{3}}{2} \cdot 25 = 25\sqrt{3}$

$$\frac{25\sqrt{3}}{192}$$

$$(8\sqrt{3})^2 = 64 \cdot 3 = 192$$

$$144 + 48 = 192$$

$$8 \cdot \cos 60 = 4\sqrt{3}$$

$$8 \cdot 0.5 = 4$$

$$8\sqrt{3} \cdot \sin 30 = 4\sqrt{3}$$

$$2\sqrt{3} \cdot \cos 30 = 4\sqrt{3}$$

$$\frac{8\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}}{2}$$

5

$$\sqrt{256 + 192} = \sqrt{448} = 8\sqrt{14}$$

$$x_1 8\sqrt{3} \cdot 0.25$$

$$y_1 4 \cdot 25$$

$$x_2$$

$$y_2$$

$$x_1 4$$

$$y_1 4\sqrt{3}$$

$$x_2 72$$

$$y_2 4\sqrt{3}$$

1 +
2
3
4 +
5

$$u = 88$$

$$r = 6 \text{ м} \rightarrow R_{234} = 404$$

$$R_1 + R_{234}$$

$$R_{\Sigma} = 16 \text{ м} \Rightarrow I = 0,5 \text{ А}$$

$$IR^2 = 8 \text{ Дж}$$

$$IR^2 = 6 \text{ Дж} \Rightarrow 14 \text{ Дж}$$

$$v = \frac{gT}{2} \cdot \cos \alpha$$

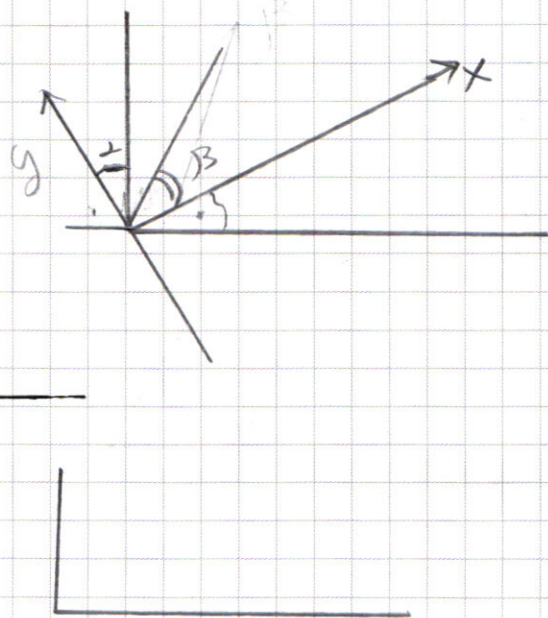
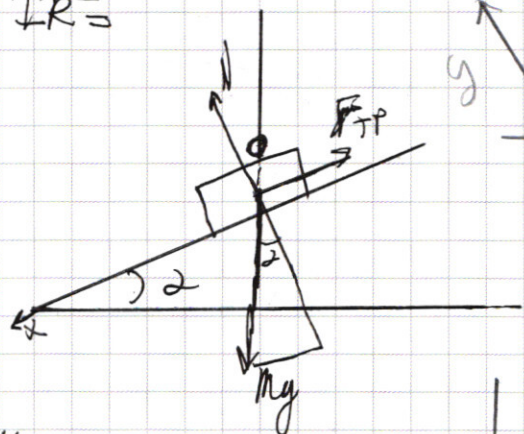
$$vT + \frac{gT^2}{2}$$

$$IR^3$$

$$IR^2 = 72$$

$$IR^2 =$$

IK-



$$mg \cdot \cos \alpha = N$$

$$F_{trp} = \mu mg \cdot \cos \alpha$$

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

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

$$v_y = 0$$

$$v_1 T \cdot \sin \beta = \frac{gT^2}{2} \cdot \cos \alpha$$

