

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

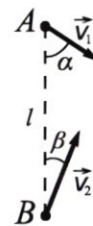
Вариант 09-01

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ км друг от друга (см. рис. 1) Скорость корабля $V_1 = 10$ м/с, угол $\alpha = 60^\circ$. Скорость торпеды $V_2 = 20$ м/с. Угол β таков, что торпеда попадет в цель.

1) Найдите $\sin \beta$.

2) Через какое время T расстояние между кораблем и торпедой составит $S = 770$ м?



2. Плоский склон горы образует с горизонтом угол $\alpha = 30^\circ$. Из миномета, расположенного на склоне, производят выстрел, под таким углом φ к поверхности склона, что продолжительность полета мины наибольшая. Мина падает на склон на расстоянии $S = 0,8$ км от точки старта.

1) Под каким углом φ к поверхности склона произведен выстрел?

2) Найдите величину V_0 начальной скорости мины.

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало.

3. Вниз по шероховатой наклонной плоскости равнозамедленно движется брусок. В тот момент, когда скорость бруска равна $V_1 = 1$ м/с, на брусок падает пластилиновый шарик и прилипает к нему, а брусок останавливается. Движение шарика до соударения – свободное падение с высоты $h = 0,8$ м с нулевой начальной скоростью.

1) Найдите скорость V_2 шарика перед соударением.

2) Найдите величину a ускорения бруска перед соударением.

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 свинцовых шарика одинаковой массы, летящие со скоростями $V_1 = 60$ м/с и $V_2 = 80$ м/с, слипаются в результате абсолютно неупругого удара. Скорости шариков перед слипанием взаимно перпендикулярны.

1) С какой по величине скоростью V движутся слипшиеся шарики?

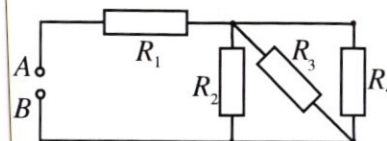
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг $\cdot^\circ\text{C}$). Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 3 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 2 \cdot r$, $R_4 = 4 \cdot r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 38$ В.

1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какой силы I ток будет течь через резистор R_4 при $r = 10$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

N1

Дано

$$L = 1000 \text{ м}$$

$$v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

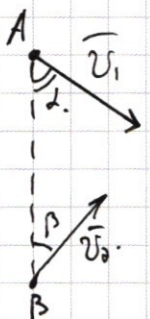
$$v_2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$S = 770 \text{ м}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

1) $\sin \beta = ?$

2) $T = ?$



Из условия: $v_2 = 2v_1$.

1). Перенесем в С.О. связанно с кораблем.

III. х. по условию портмоста каспийский
цель, то знаем, что вектор $\vec{v}_{12} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$,
направлен вдоль АВ:

Получаем $\triangle CDB$, где $\angle CBD = \beta$, а $\angle BCD = 60^\circ$.

Тогда по теореме синусов:

$$\frac{BD}{\sin 60} = \frac{CD}{\sin \beta}$$

$$BD = |\vec{v}_2|, CD = |\vec{v}_1|$$

$$BD = 2v_1, CD = v_1$$

$$\frac{2v_1}{\sin 60} = \frac{v_1}{\sin \beta} \Rightarrow \sin \beta = \frac{\sin 60}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

2). Из Останкино в С.О. корабля, по теореме косинусов в

$$\triangle CDB: BD^2 = CD^2 + CB^2 - 2CD \cdot CB \cdot \cos 60.$$

$$4v_1^2 = v_1^2 + v_2^2 - 2v_1 \cdot v_2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$v_2^2 - v_2 v_1 - 3v_1^2 = 0$$

$$D = v_1^2 + 12v_1^2 = 13v_1^2$$

$$v_{12} = \frac{v_1 + v_1 \sqrt{13}}{2}$$

$$v_{12} = \frac{v_1 - v_1 \sqrt{13}}{2} < 0 - \text{не подходит.}$$

$$\text{Тогда } T = \frac{L - S}{v_{12}} = \frac{2(L - S)}{v_1(1 + \sqrt{13})}$$

$$T = \frac{2 \cdot 230}{10 \cdot (1 + \sqrt{13})} = \frac{46}{1 + \sqrt{13}}$$

$$\sqrt{13} \approx 3,6 \text{ (получен оценкой, это}$$

$\sqrt{13} > 3$, и возведенная в квадрат величина

имеет с 1 знаком после запятой меньше

$$3 \text{ и } 4). T = \frac{46}{4,6} \approx 10 \text{ с.}$$

Ответ: 1) $\sin \beta = \frac{\sqrt{3}}{4}$ 2) $T \approx 10 \text{ с.}$

$$v_3 = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{mv_1^2 + mv_2^2}{2} = \frac{2mv_3^2}{2}$$

$$v_1^2 + v_2^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2}{1} \cdot \frac{1}{1}$$

$$\frac{125}{16.8} = \frac{125}{128}$$

$$\begin{array}{r} 125 \overline{) 128} \\ \underline{115} \\ 130 \\ \underline{128} \\ 20 \\ \underline{13} \\ 70 \\ \underline{65} \\ 5 \end{array}$$

$$v_{\text{синд}} = g t$$

$$t_n = \frac{2v_{\text{синд}}}{g}$$

$$\begin{array}{r} 125 \overline{) 13} \\ \underline{117} \\ 80 \\ \underline{78} \\ 20 \\ \underline{13} \\ 70 \\ \underline{65} \\ 5 \end{array}$$

$$\sqrt{30} = 10.3$$

mg

$$Ox: ma = mg \sin \alpha$$

$$a_x = g \sin \alpha$$

$$a_y = g \cos \alpha$$

$$v \sin \varphi = g \cos \alpha t = g \cos \alpha t$$

$$t_n = \frac{v \sin \varphi}{2g \cos \alpha}$$

$$S = v \cos \varphi t + \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$S = v^2$$

$$\frac{m(v_1^2 + v_2^2)}{2} + 2cm \Delta t = \frac{2mv_3^2}{2} + 2cm \Delta t$$

$$(v_1^2 + v_2^2) + 4cm \Delta t = 2v_3^2 + 4cm \Delta t$$

$$v_1^2 + v_2^2 = \frac{v_1^2 + v_2^2}{2} + 4cm \Delta t$$

$$\frac{v_3^2}{2} = 4cm \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{v_3^2}{8c} = \frac{625}{130.8} = 4.78$$

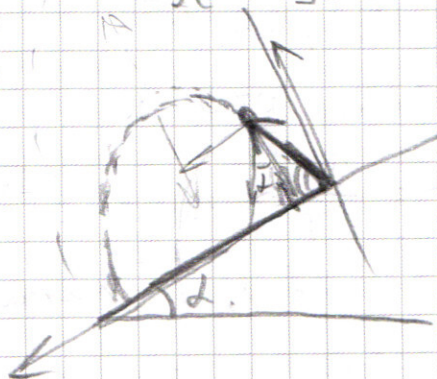
$$\frac{u^2}{c^2} = \frac{27}{1152}$$

$$\frac{m(v_1^2 + v_2^2)}{2} = \frac{2mv_3^2}{2} + 2cm \Delta t$$

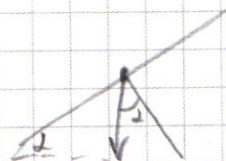
$$\frac{4v_3^2}{2} = v_3^2 + 2cm \Delta t$$

$$v_3^2 = 2cm \Delta t$$

$$\frac{v_3^2}{2c} = \Delta t = \frac{2500}{2 \cdot 130} = \frac{125}{13}$$



mg cos α
mg sin α



$$v_x = v \cos \varphi + g \sin \alpha t$$

$$v_y = v \sin \varphi - g \cos \alpha t$$

$$\frac{mv^2}{2} = mgh$$

$$\frac{gt^2}{2} = h$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

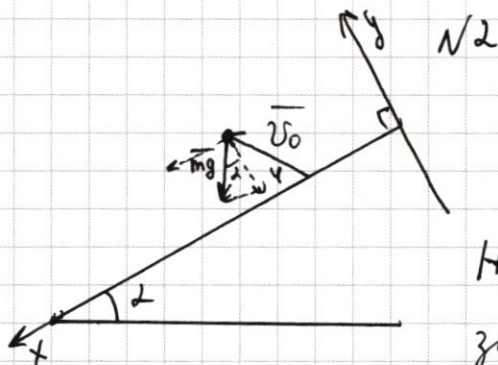
Дано

$$\alpha = 30^\circ$$

$$S = 800 \text{ м}$$

1) φ - ?

2) V_0 - ?



Введем систему координат
как показано на рисунке.

Теперь запишем второй
закон Ньютона для массы

$$1) \quad \vec{m}\vec{g} = \vec{m}\vec{a}$$

$$\text{ОХ: } mg \cos \alpha = ma_y$$

$$a_y = g \cos \alpha$$

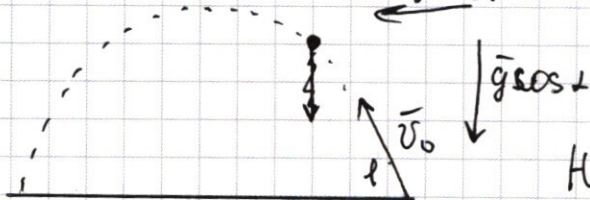
$$\text{ОУ: } mg \sin \alpha = ma_x$$

$$a_x = g \sin \alpha$$

Теперь для массы запишем скорости по осям!

$$V_x = V_0 \cos \varphi + a_x t = V_0 \cos \varphi + g \sin \alpha t$$

$$V_y = V_0 \sin \varphi - a_y t = V_0 \sin \varphi - g \cos \alpha t$$



Найдем время полета!

$$t = 2t_n, \text{ где } t_n - \text{время подъема.}$$

Найдем t_n ; масса остановится ^(вернется в исходное положение) ~~когда~~

при $V_y = 0$ (перестанет подниматься) при таком условии!

$$V_y = 0 \Rightarrow g \cos \alpha t_n = V_0 \sin \varphi \Rightarrow t_n = \frac{V_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} \quad \text{Т.е. время} \Rightarrow t = \frac{2V_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha}$$

Т.к. по условию t максимален, то значит $\sin \varphi$ максимален $\Rightarrow \varphi = 90^\circ$.

$$2) \quad \text{Т.к. } \varphi = 90^\circ, \text{ то } \sin \varphi = 1, \Rightarrow t = \frac{2V_0}{g \cos \alpha}, \text{ тогда!}$$

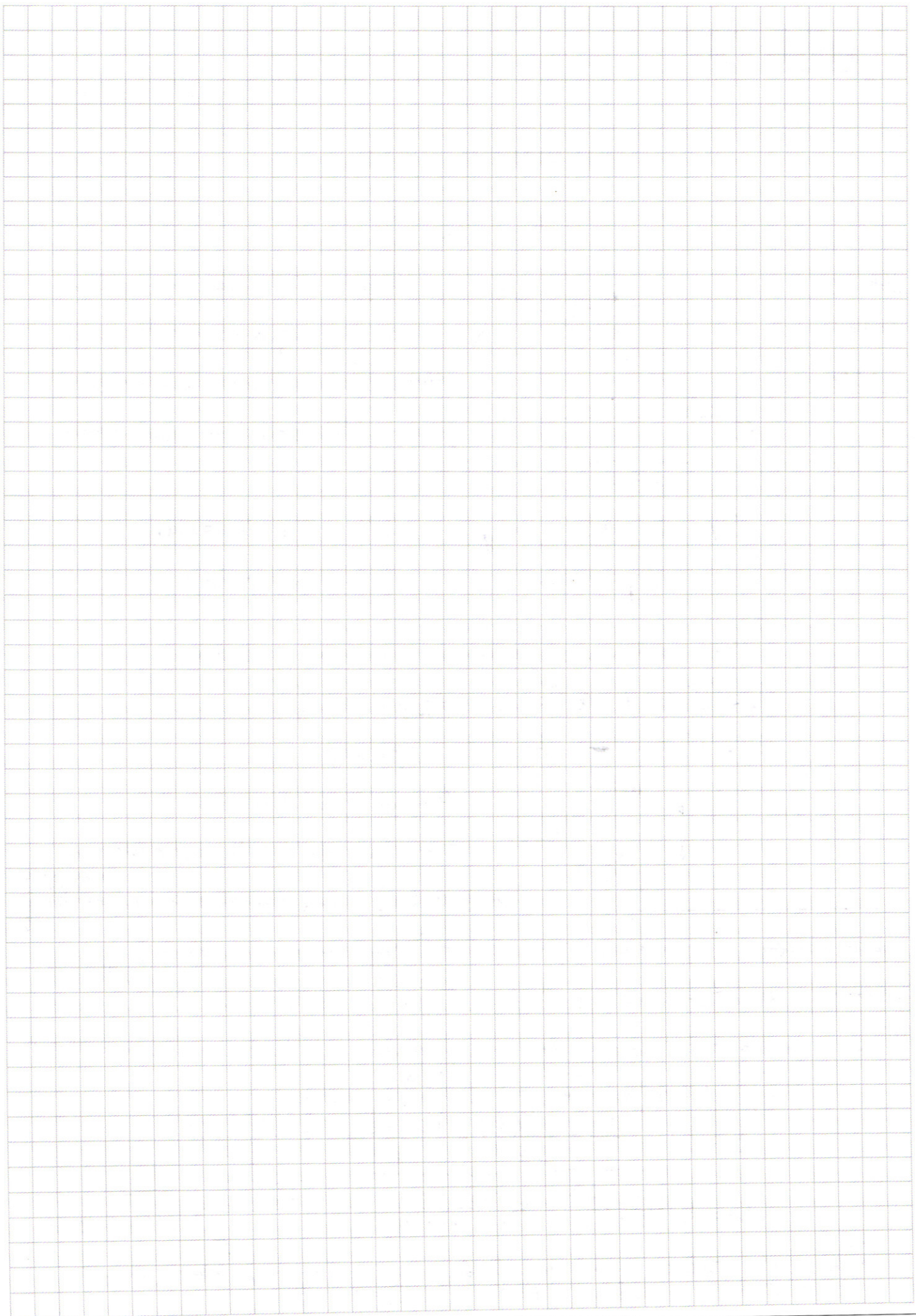
$$S = V_x t + \frac{a_x t^2}{2} = \frac{2V_0^2 \cos \varphi}{g \cos \alpha} + \frac{4g \sin \alpha V_0^2}{g^2 \cos^2 \alpha} = \frac{4V_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{g \cos^2 \alpha S}{4 \sin \alpha}} = \sqrt{\frac{800 \cdot 10 \cdot 3}{4 \cdot 4 \cdot 0,5}} = \sqrt{\frac{24000}{8}} = \sqrt{3000} = 10\sqrt{30}$$

$$\sqrt{30} \approx 5,48 \text{ (подбран возведением в квадрат чисел слева)}, \text{ тогда}$$

$$V_0 = 54,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $\varphi = 90^\circ$; 2) $V_0 = 54,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано

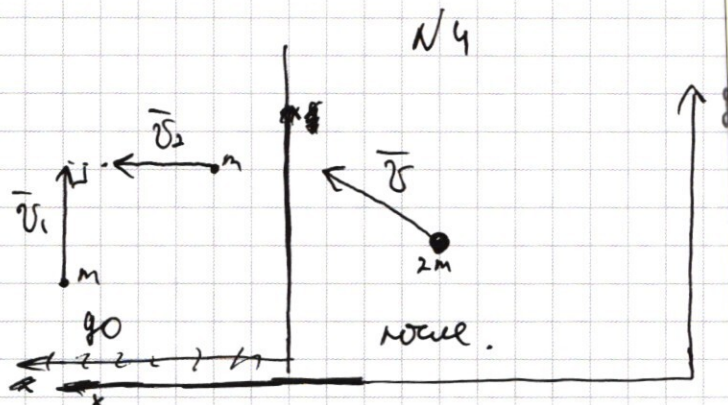
$$v_1 = 60 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 80 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$c = 130 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}}$$

1) v - ?

2) Δt - ?



1) Закон сохранения импульса:

$$mv_1 + mv_2 = 2mv$$

$$OX: mv_2 = 2mv_x$$

$$v_x = \frac{v_2}{2}$$

$$OY: mv_1 = 2mv_y$$

$$v_y = \frac{v_1}{2}$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \frac{1}{2} \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}} \Rightarrow v^2 = \frac{1}{4}(v_1^2 + v_2^2) \Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = 4v^2$$

2) Закон сохранения энергии:

$$E_{k1} + E_{k2} = E_k + Q$$

$$\frac{mv_1^2 + mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + 2c\Delta t$$

$$\frac{v_1^2 + v_2^2}{2} = v^2 + 2c\Delta t$$

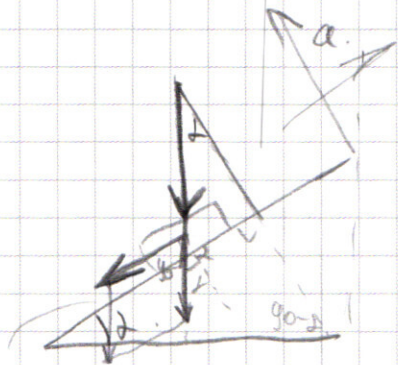
$$\frac{4v^2}{2} = v^2 + 2c\Delta t$$

$$v^2 = 2c\Delta t$$

$$\Delta t = \frac{v^2}{2c}$$

$$\Delta t = \frac{2500}{2 \cdot 130} = \frac{125}{13} = 9,62 \text{ с}$$

Ответ: 1) $v = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2) $\Delta t = 9,62 \text{ с}$



$$\begin{array}{r} 12 \\ 54 \\ \times 5,6 \\ \hline 216 \\ 2700 \\ \hline 29,16 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 5,5 \\ \times 5,5 \\ \hline 275 \\ 750 \\ \hline 30,25 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ 5,48 \\ \times 5,48 \\ \hline 384 \\ 21920 \\ \hline 274008 \\ 30,0304 \end{array}$$

$$mV_1 + mV_2 \sin \alpha = 2mV_3$$

$$V_1 + V_2 \sin \alpha = 2V_3 = 0$$

$$2mg \cos \alpha = N$$

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

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

$$V \cos \alpha$$

$$\frac{h \cdot m}{c^2} = m$$

$$m = \frac{h \cdot m}{c^2}$$

$$\frac{h \cdot m}{c} \cdot \frac{1}{c}$$

$$2mg \sin \alpha - 2\mu mg \cos \alpha = 0$$

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

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

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

$$\frac{h V^2}{2}$$

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

$$V_1^2 + 2V_1 V_2 \sin \alpha + V_2^2$$

$$V_y = V_2 \cos \alpha$$

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

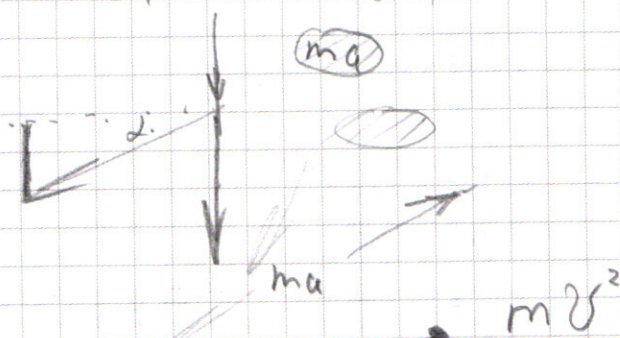
$$\frac{m(V_1 + V_2 \sin \alpha)^2}{2} =$$

$$\frac{h \cdot m}{c} \cdot \left(\frac{1}{c}\right)$$

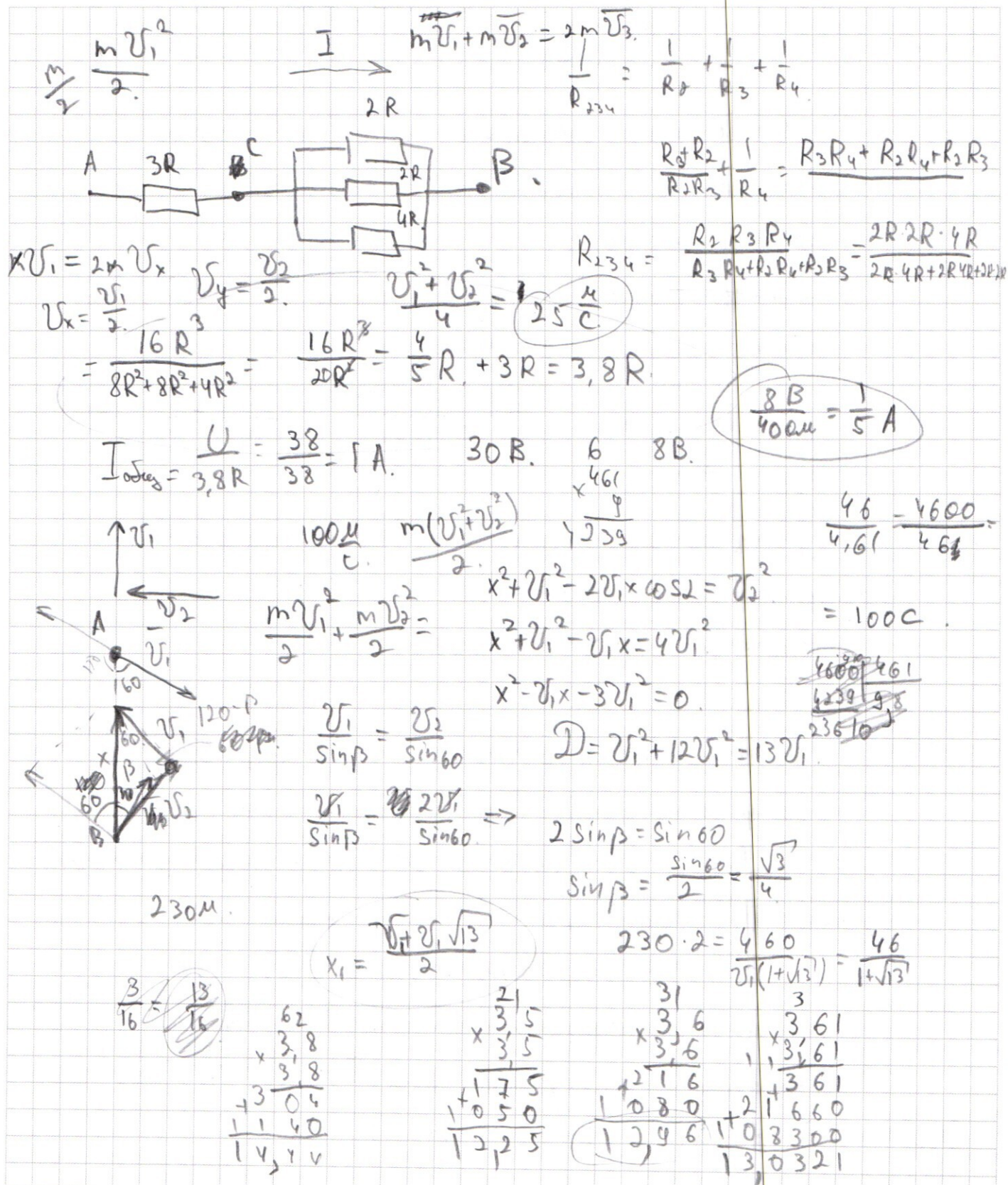
$$mg \sin \alpha$$

$$mg \sin \alpha = ma$$

$$a = g \sin \alpha$$



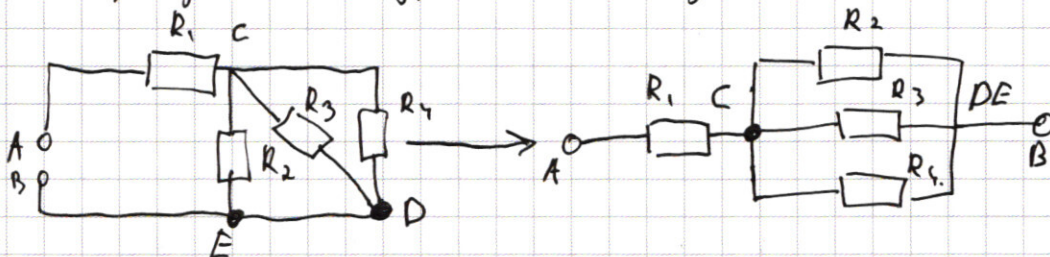
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



N5

Более наглядно.

Перерисуем схему, в эквивалентности и упростим.



Дано

$$R_1 = 3r$$

$$R_2 = R_3 = 2r$$

$$R_4 = 4r$$

$$U = 38 \text{ В}$$

$$2) r = 10 \Omega$$

$$1) R_{AB} = ?$$

$$2) I_4 = ?$$

1) Мы можем соединить точки D и E в одну, т.к. участок DE - перемычка с бесконечно малым сопротивлением.

Найдем сопротивление на участке с DE - R_{234} по правилу параллельного соединения!

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{R_2 R_3 + R_2 R_4 + R_3 R_4}{R_2 R_3 R_4} = \frac{20r^2}{16r^3} = \frac{5}{4r} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_{234} = \frac{4}{5} r.$$

Тогда общее сопротивление R_{AB} по правилу последовательного соединения!

$$R_{AB} = R_1 + R_{234} = 3r + \frac{4}{5}r = 3,8r.$$

$$2) R_{AB} = 3,8r = 38 \Omega$$

Тогда сила тока во всей цепи $I_{\text{общ}} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38 \text{ В}}{38 \Omega} = 1 \text{ А}$ (закон

Ома для участка цепи). Тогда напряжение на 1-м резисторе

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = I_{\text{общ}} \cdot 3r = 1 \text{ А} \cdot 30 \Omega = 30 \text{ В} \quad (I_1 = I_{\text{общ}} \text{ по правилу последов.}$$

соединения). Тогда по правилу послед. соединения!

$$U_{234} = U - U_1 = 8 \text{ В} \quad (\text{напряжение на участке с DE}).$$

По правилу параллельного соединения! $U_{234} = U_4$.

$$\text{Тогда по закону Ома для участка цепи } I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{8 \text{ В}}{4r} = \frac{8 \text{ В}}{40 \Omega} = 0,2 \text{ А}$$

Ответ: 1) $R_{AB} = 3,8r$ 2) $I_4 = 0,2 \text{ А}$.

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

 $\sqrt{3}$

Дано

$$v_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$h = 0,8 \text{ м}$$

1) $v_2 = ?$

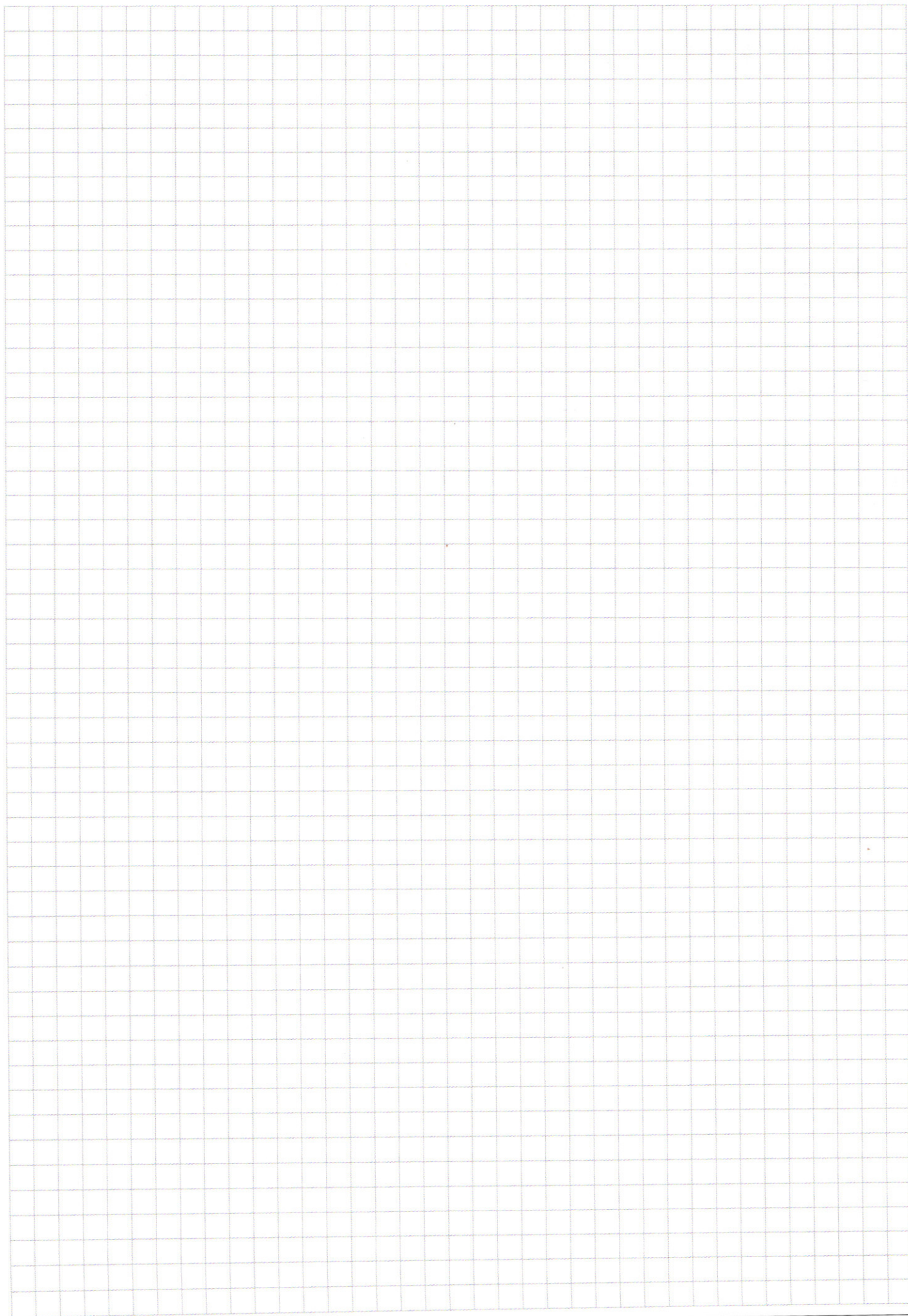
2) $a = ?$

1) Закон сохранения энергии для шарика:

$$\frac{mv_2^2}{2} = mgh$$

$$v_2 = \sqrt{2gh} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Ответ: 1) $v_2 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)