

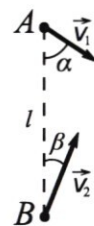
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 0,8$ 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 пластина 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.

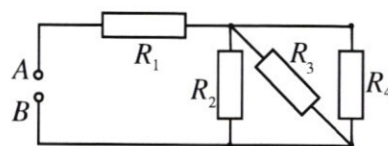
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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.

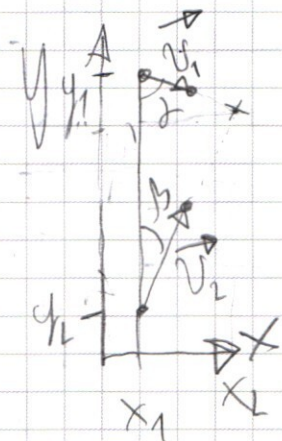
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

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. так как они стартовали из точек с одинаковыми координатами по оси X , и встретились в ~~той же~~ точке с одной координатой x , то и при этом их скорости оставались постоянными, а перемещения корабля и торпеды вдоль оси Ox равны $(x_2 - x_1)$, но и времена равны из условия ~~равенства~~, то можно

зрительно перемещения вдоль Ox через проекции скоростей (оформить в виде Δt)

$$(v_1 \sin \alpha) \Delta t = (v_2 \sin \beta) \Delta t$$

$$\cos 60 = \sin 30 = \frac{1}{2}, \quad \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{2} = \cos 30$$

$$\frac{v_1 \sqrt{3}}{2} = \frac{v_2}{2}; \quad v_2 = v_1 \sqrt{3} = 8 \cdot \sqrt{3} \frac{м}{с} \approx 13,86 \frac{м}{с}$$

проекция

так как их скорости к оси Ox равны, расстояние между ними по оси Ox ($v_{ox} = 0$) равно нулю

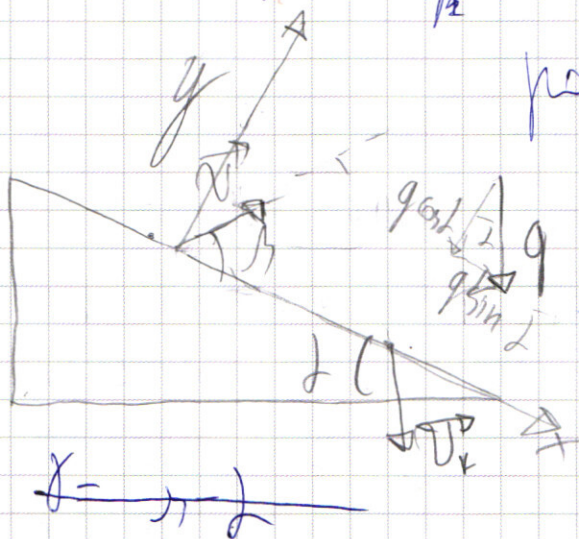
перейдем в С.О. связ. с кораблем; $v_{откx} = v_{откy} =$

$$= v_2 \cos \beta + v_1 \cos \alpha = v_2 \frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{v_1}{2} = v_1 \cdot \frac{3}{2} + v_1 \cdot \frac{1}{2} = 2v_1 = 16 \frac{м}{с}$$

$U(t) = U - U_{\text{max}} t = 800 \mu - 400 \mu = 400 \mu$

Orbital: $V_2 = 13,86 \frac{m}{s}$; ~~$r = 400 m$~~ $r = 400 m$

2. ~~для~~ Возмущен угол $\alpha = 1$



расширен ⁿ фронтальные вращающиеся

~~нужно~~ ~~х~~ ~~координата~~ ~~по оси~~ ^{от} ~~в~~ ~~мгмент~~ ~~б~~ ; ~~а~~ ~~у~~ ~~з~~
~~координата~~ ~~вдоль~~ ~~от~~ ~~от~~
~~в этом же момент~~

~~$x = \sqrt{\cos x}$~~

пусть x, y - координаты по осям Ox и Oy соответственно. (в момент времени t)

разобьем q на 2 составляющие — $q \cos \alpha$ и $q \sin \alpha$
которые действуют вдоль осей Oy и Ox соответственно

$$x = v \cos \beta t + \frac{a \sin \beta t^2}{2}$$

$$v_f = v \sinh t - \underbrace{g \cos^2 t L}$$

~~Век программы ² не имеет математического~~
~~на $\times$ математического~~

$y = 0$ в момент ~~и~~ $t = 0$ и в момент $t = 8$

$$0 = U \sin \beta \delta - \frac{g \cos \beta \delta^2}{2}; \text{ сократим на } \delta \text{ и уберем коэф}$$

$$0 = q \cos 2\theta - 2V \sin \theta; \quad q \cos 2\theta = 2V \sin \theta$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\delta = \frac{2U \sin \beta}{g \cos^2 \alpha}$$

$$x = U \cos \beta \cdot \frac{2U \sin \beta}{g \cos^2 \alpha} + \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4U^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x = 2 \left(\frac{U^2 \sin \beta \cos \beta}{g \cos^2 \alpha} + \frac{U^2 \sin^2 \beta \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \right) =$$

$$= \frac{2U^2}{g} \left(\frac{\sin \beta \cos \beta}{\cos^2 \alpha} + \frac{\sin^2 \beta \sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \right)$$

чтобы найти $\delta_{\max}$, возьмем производную от $\sin \delta$ по $\sin \beta$

$$\delta' = \frac{2U \sin \beta}{g \sin^2 \alpha}$$

$$\cos \beta = 0; \sin \beta = 1$$

$$\beta = 90^\circ = \frac{\pi}{2}$$

$$\delta' = \frac{2U \cos \beta}{g \cos^2 \alpha} = 0$$

$$x = U \cos \beta \cdot \frac{2U \sin \beta}{g \cos^2 \alpha} + \frac{g \sin \alpha}{2} \cdot \frac{4U^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{4U^2}{2g} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{2U^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha}; \text{ при этом } \alpha \text{ удовлетворяет } x = S$$

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

$$\sin \alpha = 0,6 \quad ; \quad \cos^2 \alpha = 1 - \sin^2 \alpha = 0,64 = 0,8 \cdot 0,8$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{0,6}{0,8 \cdot 0,8} = \frac{30}{4 \cdot 8} = \frac{30}{32} = \frac{15}{16}$$

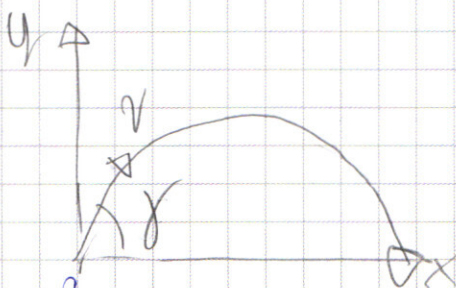
$$\zeta = \frac{2v^2}{g} \cdot \frac{15}{16} = \frac{15}{80} \cdot v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{80 \zeta}{15}} = 2 \sqrt{\frac{2}{15} g \zeta}$$

при $t=0$

$$x = v \cos \gamma t$$

$$y = v \sin \gamma t - \frac{gt^2}{2}$$



$$\cancel{y=0} \quad y=0; \quad v \sin \gamma t - \frac{gt^2}{2} = 0; \quad 2v \sin \gamma = gt$$

$$t = \frac{2v \sin \gamma}{g}$$

$$x = v \cos \gamma \cdot \frac{2v \sin \gamma}{g} = \frac{v^2}{g} \sin 2\gamma$$

$$x' = \frac{v^2}{g} \cos 2\gamma \stackrel{!}{=} 0; \quad \cos 2\gamma = 0; \quad 2\gamma = 90^\circ; \quad \gamma = 45^\circ$$

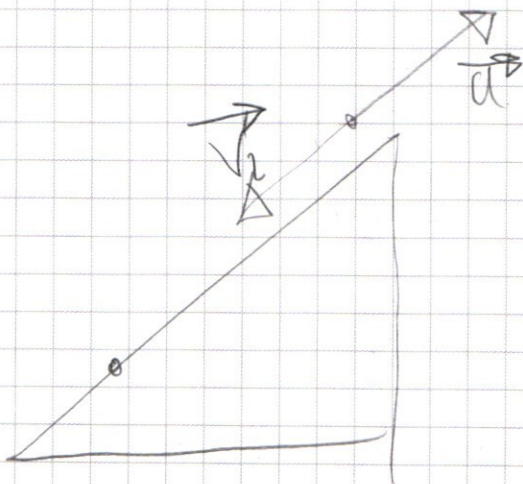
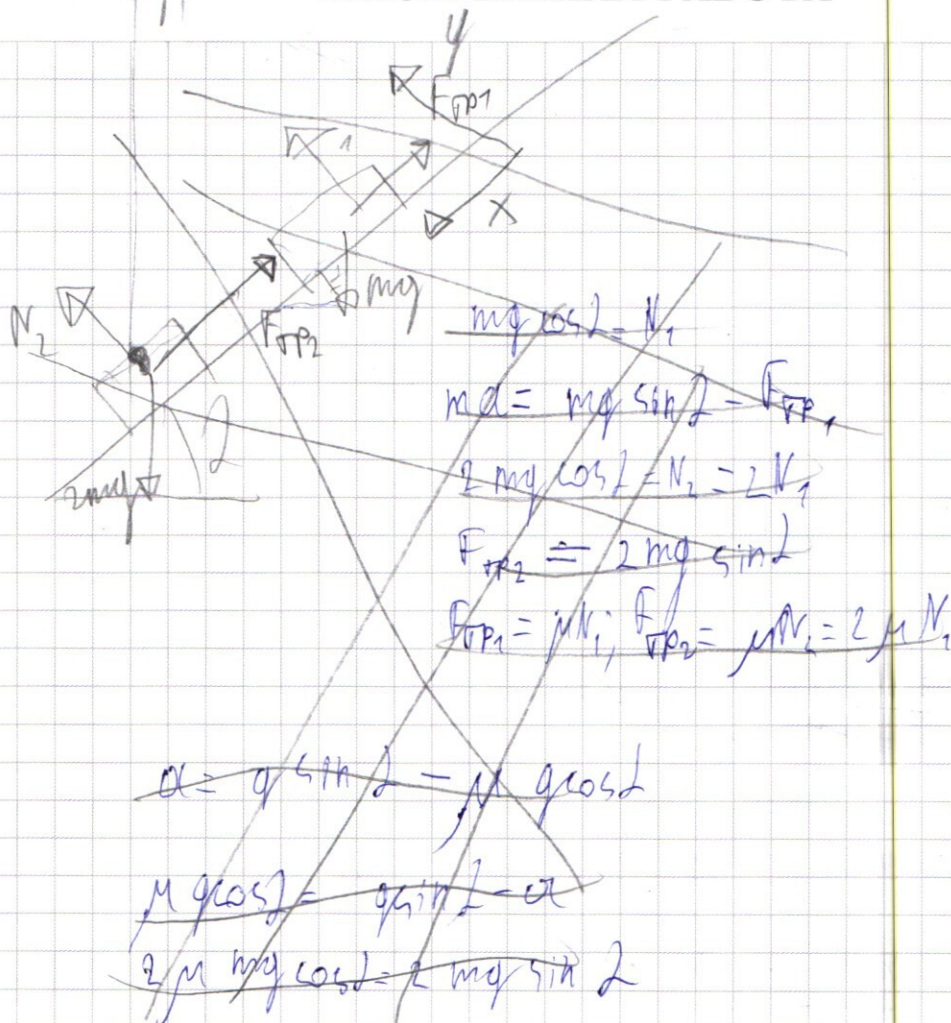
$$x = x_{\max} \text{ при падении при } \gamma = 45^\circ; \quad x_{\max} = \frac{v^2}{g} \sin 90^\circ = \frac{v^2}{g}$$

$$x_{\max} = \frac{4 \cdot \frac{2}{15} g \zeta}{g} = \frac{8}{15} \zeta = \frac{8}{15} \cdot 1800 \text{ м} = 8 \cdot 120 \text{ м} = 960 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } \beta = 90^\circ; \quad L = x_{\max} = 960 \text{ м}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3



по формуле кинематик

$$v_2 T - \frac{a T^2}{2} = L$$

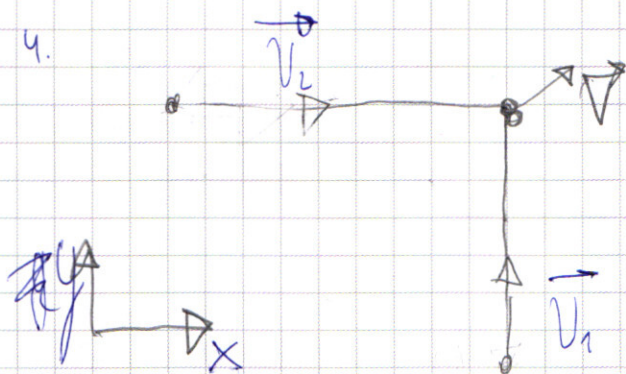
$$a T = v_2 \quad (\text{источник})$$

$$v_2 = 2 \frac{m}{c^2} \cdot 0,2c = 0,4 \frac{m}{c}$$

$$L = 0,4 \frac{m}{c} \cdot 0,2c - \frac{2 \frac{m}{c^2} \cdot 0,2^2 c^2}{2}$$

$$= 0,08 \text{ м} - 0,04 \text{ м} = 0,04 \text{ м}$$

4.



$$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$$

$$4V^2 = V_2^2 + V_1^2$$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2} =$$

$$= \sqrt{4 \cdot 25 \cdot 25 - 900} =$$

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

~~$$V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$~~

запишем закон сохранения энергии
по V_x и V_y

$$V_1 m - 2m V_y = 0$$

$$V_2 m - 2m V_x = 0$$

$$V_y = \frac{V_1}{2}$$

$$V_x = \frac{V_2}{2}$$

запишем закон сохранения энергии

$$\frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} = \frac{2mV^2}{2} + 2cm\Delta t$$

$$c\Delta t = \frac{1}{4}(V_1^2 + V_2^2 - V^2)$$

$$c = \frac{1}{4\Delta t} \cdot (V_1^2 + V_2^2 - V^2) = \frac{1}{4 \cdot 1,35^\circ\text{C}} \cdot (1600 + 900 - 625) \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} =$$

$$= \frac{1}{4 \cdot 1,35} \cdot 1875 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^\circ\text{C}} = 343,25 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$$

Ответ: $V_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $c = 343,25 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$1875 = 1,35 \cdot 1000 + 525$$

$$\frac{525}{1,35} = 300 \cdot 1,35$$

$$525 = 300 \cdot 1,35 + 120 \quad ; \quad 80 \cdot 1,35 = 108 \quad ; \quad 9 \cdot 1,35 = 9 + 2 + 0,45 =$$

$$120 = 80 \cdot 1,35 + 12$$

$$12 \approx 9 \cdot 1,35$$

$$\frac{1875}{1,35} = \frac{1000 + 300 + 80 + 9}{1,35} = \frac{1389}{1,35} = 1029,25$$

$$\sqrt{5} = 2,236$$

$$\sqrt{4} = \sqrt{9 - 5} = \sqrt{9} - \frac{5}{2\sqrt{9}} = 3 - \frac{5}{6} \approx 2$$

$$\sqrt{4+5} = 2 + \frac{5}{4} = 3$$

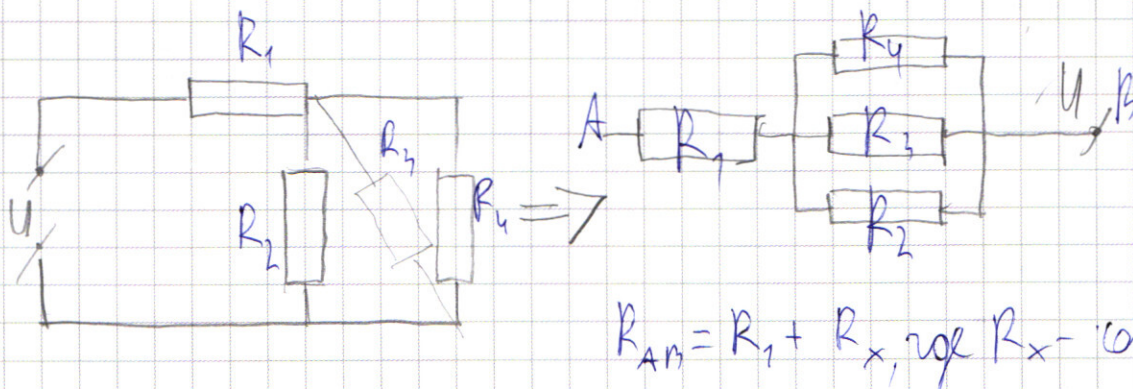
$$\sqrt{16+9} = 4 + \frac{9}{8} = 5$$

$$\sqrt{192} = \sqrt{196 - 4} = 14 - \frac{4}{2 \cdot 14} = 14 - \frac{1}{7} =$$

$$\frac{6}{7} = \frac{60}{7} = 8,57$$

$$= 13 \frac{6}{7} = 13,857$$

5.



параллельного участка

$$\frac{1}{R_x} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}; \quad R_x = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{1}{\frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}} = \frac{4r}{1+1+4} = \frac{2}{3}r$$

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

~~$$P = UI = U \cdot \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8 \text{ В} \cdot 3}{8 \cdot 6 \text{ Ом}} = 0,5 \text{ Вт}$$~~

~~Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{3}r$; $P = 4 \text{ Вт}$~~

~~$$P = U \cdot I$$~~

$$P_x = U_x I_x = I_x^2 R_x = I^2 R_x$$

$$I_x = \frac{U_x}{R_x}; \quad U_x = I_x R_x$$

~~$$I_x = I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8 \text{ В} \cdot 3}{8 \cdot 6 \text{ Ом}} = \frac{1}{2} \text{ А} = 0,5 \text{ А}$$~~

$$R_x = \frac{2}{3} R = \frac{2}{3} \cdot 6 \text{ Ом} = 4 \text{ Ом}$$

$$P_x = 4 \text{ Ом} \cdot 0,5^2 \text{ А}^2 = 1 \text{ Вт}$$

~~Ответ: $R_{AB} = \frac{8}{3}r$; $P_x = 1 \text{ Вт}$~~

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3.

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

закон сохранения энергии вдоль OX

$-mV_1 + mV_2 \sin \alpha = 0$
 $V_2 = \frac{V_1}{\sin \alpha}$

~~$F_{\text{тр}} = \mu V_2 \cos \alpha$~~

или максимум пути $V=0, 2 \text{ c}$;

$v_{1y} = 0$; ~~$V_1 = 0$~~ $V_1 = 0$; $V_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $0, 2 \text{ c} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$ma = mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$
 $a = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha$

$\Delta l = V_2 \Delta t - \frac{a \Delta t^2}{2}$;
 $F_{\text{тр}} \Delta t = m V_2 \cos \alpha$
 $F_{\text{тр}} \mu g \Delta t = m V_2 \cos \alpha$
 ~~$m V_2 V_2 = m V_2 \cos \alpha$~~

$\mu mg \Delta t = m V_2 \cos \alpha$
 $\Delta t^2 - 2 V_2 \Delta t + 2 \Delta l = 0$
 $\frac{m V_2^2}{2} = \mu g \Delta l$

$\Delta t = \frac{2 V_2 \pm \sqrt{4 V_2^2 - 8 \Delta l a}}{2 a}$
 $\Delta t = \frac{V_2 - \sqrt{V_2^2 - 2 \Delta l a}}{a}$

$$\mu m g \cos \alpha = m v_2 \cos \alpha$$

$$\Delta t = \frac{v_2 - \sqrt{v_2^2 - 2a \frac{v_2^2}{\mu g}}}{a} = \frac{v_2}{a} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{a}{\mu g}} \right)$$

$$v_2 = \frac{v_1}{\sin \alpha} ; \sin \alpha = \frac{v_1}{v_2}$$

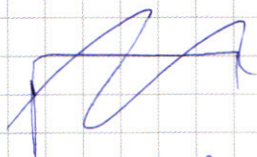
$$\frac{\mu g v_2}{a} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{a}{\mu g}} \right) = v_2 \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\mu g}{a} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{a}{\mu g}} \right)$$

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$$

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

$$\cos^2 \alpha = \frac{g \sin \alpha - a}{\cos \alpha g} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{a}{\mu g}} \right)$$



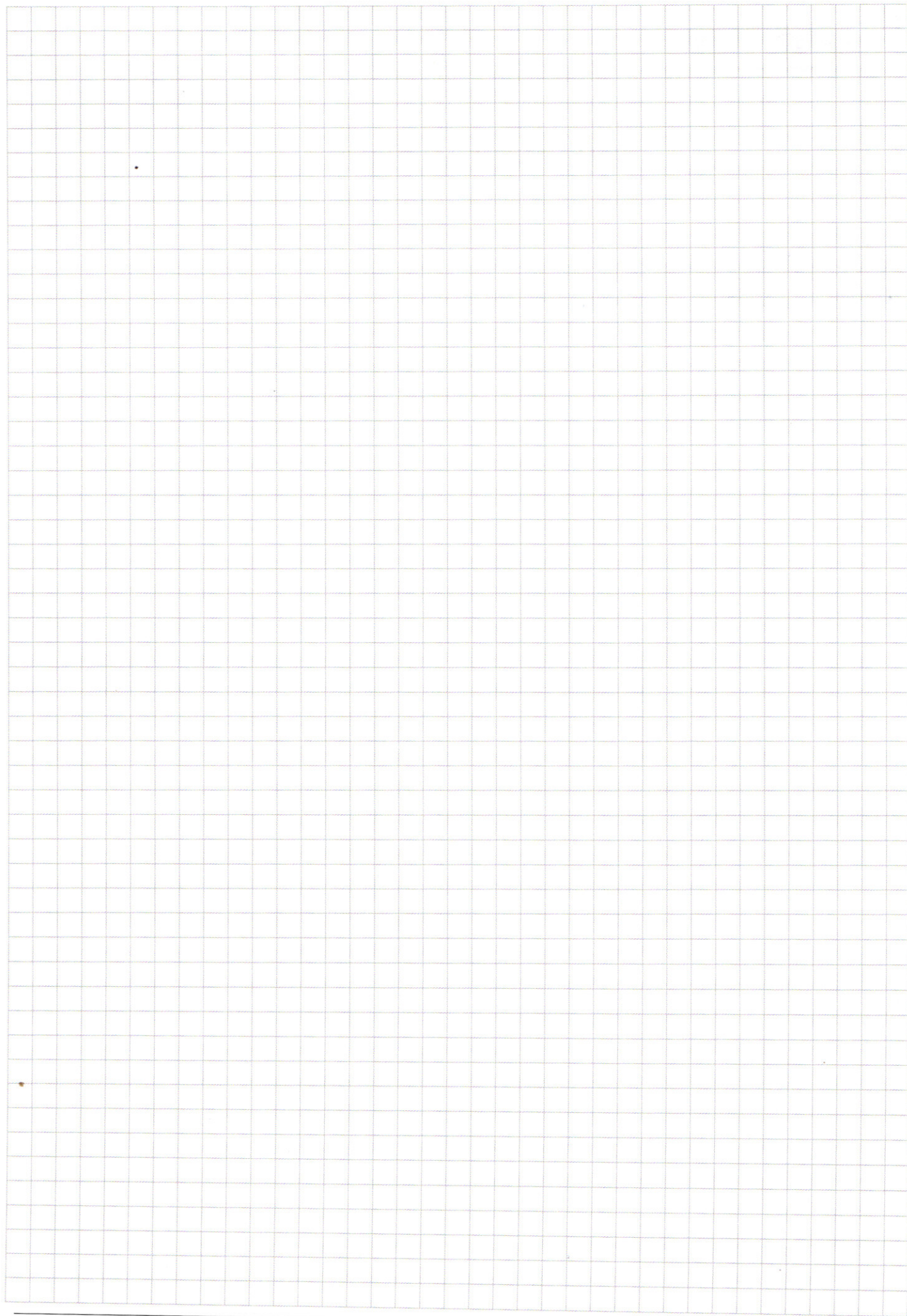
$$1 - \frac{v_1^2}{v_2^2} = \left(\frac{g}{a} \frac{v_1}{v_2} - \cos \alpha \right) \left(1 - \sqrt{1 - \frac{g \sin \alpha - a \cos \alpha}{\mu g (g \sin \alpha - a)}} \right)$$

$$1 - \frac{v_1^2}{v_2^2} = 5 \frac{v_1}{v_2} - \frac{v_1}{v_2} \sqrt{1 - \frac{a \left(1 - \frac{v_1^2}{v_2^2} \right)}{g \frac{v_1}{v_2} - a}}$$



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{1 + \frac{v_1^4}{v_2^4}}{2} - \frac{1 + \frac{v_1^2}{v_2^2}}{2} = \frac{2 + \frac{v_1^2}{v_2^2}}{2} (1 - a)$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)