

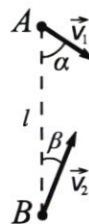
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 09

Вариант 09-01

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

1. Корабль A и торпеда B в некоторый момент времени находятся на расстоянии $l = 1$ 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?

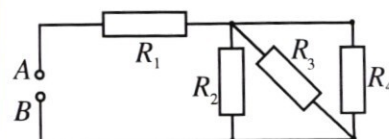
2) На сколько Δt ($^\circ\text{C}$) повысится температура шариков?

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?

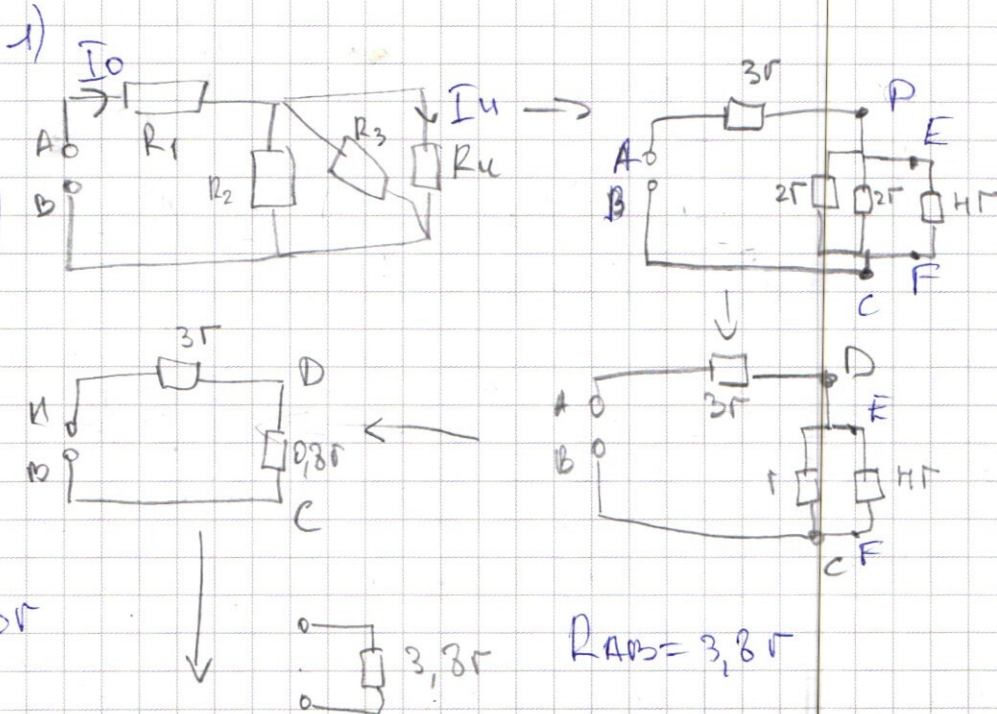


ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

5.
Дано:
 $R_1 = 3 \text{ Г}$
 $R_2 = R_3 = 2 \text{ Г}$
 $R_4 = 4 \text{ Г}$
 $U = 38 \text{ В}$
 $r = 10 \text{ Ом}$

$R_{AB} = ?$
 $I_4 = ?$

Решение:



$$2) I_0 = \frac{U}{R_{AB}}$$

$$U_{DE} = I_0 \cdot R_{DE} = \frac{U}{R_{AB}} \cdot R_{DE} =$$

$$= \frac{4 \cdot U}{18} = U_{EF}$$

$$I_{EF} = I_4 = \frac{U_{EF}}{R_{EF}} = \frac{U \cdot 4}{18 \cdot 4 \cdot 1} = \frac{U}{18 \cdot 10} = \frac{38}{18 \cdot 10} = 0,2 \text{ А}$$

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

1. Дано:

$L = 1 \text{ км}$

$v_1 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$L = 60^\circ$

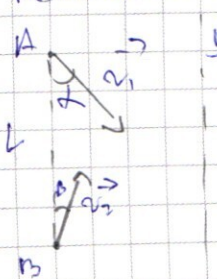
$s = 40 \text{ км}$

$V = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$\sin B = ?$

$T = ?$

Решение:



Перейдем в СО корабля А.

Получим, что

Рассмотрим

в равнобедренном

треугольнике

соединим

с вектором скорости,

т.е.

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{v}_0$$

$$\text{ОХ: } -v_1 \cdot \sin \alpha + v_2 \cdot \sin \beta = 0$$

$$\sin \beta = \frac{\sin \alpha \cdot v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{3}'}{2} \cdot \frac{10}{20} = \frac{\sqrt{3}'}{4} \quad \text{Тогда } \cos \beta = \frac{\sqrt{13}'}{4}$$

$$\text{ОУ: } v_1 \cdot \cos \alpha + v_2 \cos \beta = v_0$$

$$v_0 = \frac{1}{2} \quad \text{Рассстояние между телами}$$

одноименное во всех системах отсчета, а именно

$$S = L - v_0 \cdot T$$

$$T = \frac{L - S}{v_0} = \frac{L - S}{v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta} = \frac{230}{5 + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}'}{4}} =$$

$$= \frac{230}{5(1 + \sqrt{13}')} = \frac{46 \cdot (\sqrt{13}' - 1)}{12} = \frac{23}{6} (\sqrt{13}' - 1) \text{ с}$$

Ответ: 1) $\frac{\sqrt{3}'}{4}$ 2) $\frac{23}{6} (\sqrt{13}' - 1) \text{ с}$

4. Дано:

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

$$v_2 = 60 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

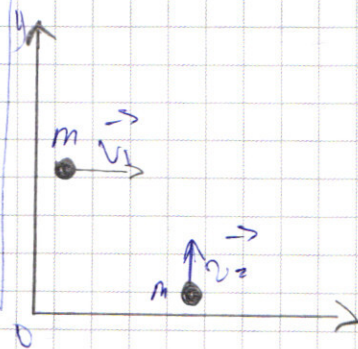
$$e = 130 \frac{\text{Рэ}}{\text{м.э.}}$$

$$v_3 = ?$$

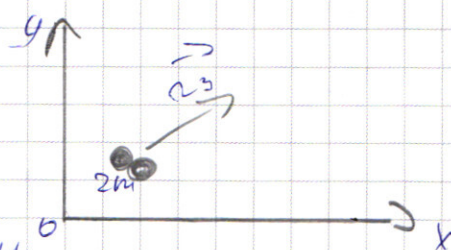
$$\Delta t = ?$$

Решение:

$$v_0$$



v_3 - скорость шариков после столкновения



По закону сохранения импульса

$$P_1 + P_2 = P_1' + P_2'$$

По оси ОХ: $P_1 = m \cdot v_1 = 2m v_x \quad P_1' = 2m v_x$

$$P_1 = P_1' \quad m \cdot v_1 = 2m v_x \quad v_x = \frac{v_1}{2}$$

По оси ОУ: $P_2 = m \cdot v_2 \quad P_2' = 2m \cdot v_y$

$$v_2 \cdot m = 2m \cdot v_y \quad v_y = \frac{v_2}{2}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Запишем закон сохранения

Могла $v_3 = \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) Запишем закон сохранения энергии

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

$$\Delta E = \frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2)$$

ΔE — энергия, ушедшая на нагревание.
 $\Delta E = 2m c \Delta t$

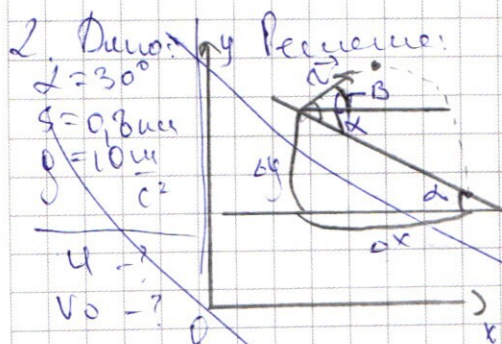
$$2m c \Delta t = \frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2)$$

$$\Delta t = \frac{(v_1^2 + v_2^2 - 2v_3^2)}{4c} = \frac{3600 + 6400 - 5000}{4 \cdot 130} =$$

$$= \frac{5000}{4 \cdot 130} = \frac{125}{13} = 9 \frac{8}{13} ^\circ \text{C}$$

Отв. 1) $50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $9 \frac{8}{13} ^\circ \text{C}$



$B = 4 - x$
по угол под которым находится горизонт.
исходно от горизонт.

Решим закон сохранения энергии

$$\Delta x = v \cdot \cos B \cdot t$$

$$\Delta y = v \sin B \cdot t = \frac{gt^2}{2}$$

Когда снаряд упадет $\Delta y = \Delta x \cdot \tan \alpha$ т.е.

$$2 \sin B \cdot t - \frac{gt^2}{2} = \operatorname{tg} \alpha \cdot 2 \cdot \cos B \cdot t$$

$$\frac{gt}{2} = 2(\sin B - \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos B)$$

$$t = \frac{2v}{g} (\sin B - \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos B) \quad \frac{2v}{g} = \text{const.}$$

Знаменит при $\sin B - \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos B \max \quad t = t_{\max}$.
 $\sin B \leq 1 \quad \cos B \leq 1$

2. Дано:

$$\alpha = 30^\circ$$

$$S = 0,8 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$U = ?$

$V = ?$

Решение:

1) Изобразим треугольник перемещений.

По т. синусов

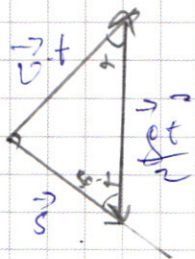
$$\frac{\sin(90^\circ - \alpha)}{v \cdot t} = \frac{\sin \alpha}{\frac{gt^2}{2}}$$

$$t = \frac{\sin \alpha \cdot v \cdot 2}{g \cdot \cos \alpha}$$

Знаменит при $\alpha \max \quad t_{\max}$ следовательно

$$\sin \alpha = 1 \quad \alpha = 90^\circ$$

2) Вместо треугольника перемещений.



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

$$\sin \alpha = \frac{S}{v \cdot t}$$

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

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

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{v \cdot t}$$

$$v = \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha \cdot t} = \frac{S}{\operatorname{tg} \alpha \cdot \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha \cdot S \cdot g}{2 \operatorname{tg} \alpha}}$$

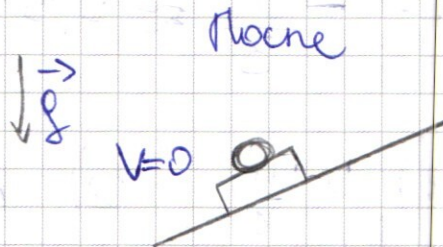
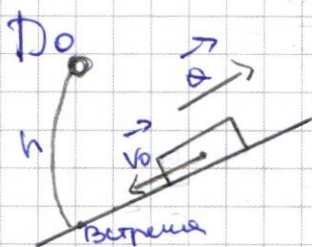
$$\approx \sqrt{\frac{800}{2} \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}}} \approx \sqrt{200 \cdot 10 \cdot 3} \approx 20 \sqrt{15} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) 20° 2) $20\sqrt{5} \frac{m}{c}$

3. Дано:
 $V_1 = 1 \frac{m}{c}$
 $h = 0.3 m$
 $\rho = 10 \frac{m}{c^2}$
 $\rho \cdot S = m$
 $V_2 = ?$
 $\alpha = ?$

Решение:



$$V_0 = V_1 + \alpha \cdot t$$

$$h = \frac{\rho t^2}{2} \quad t = \sqrt{\frac{2gh}{\rho}} = 0.4 c$$

$$V_0 = V_1 + \alpha \cdot t = V_1 + \alpha \sqrt{\frac{2gh}{\rho}}$$

В конце все система будет поднята

Т.е. по закону сохранения энергии

$$E_n + \frac{m \alpha^2}{2} + K_{tr} = \frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2}$$

$$K_{tr} = F_{tr} \cdot (V_0 \cdot t - \frac{\alpha t^2}{2}) = m \alpha (V_0 \cdot t - \frac{\alpha t^2}{2})$$

Так же по закону сохранения энергии

Для шарика отдельно $mgh = \frac{m V_2^2}{2}$

$$V_2 = \sqrt{2gh} = 1 \frac{m}{c}$$

$$2gh + \frac{m (V_1 + \alpha \sqrt{\frac{2gh}{\rho}})^2}{2} + m \alpha (V_0 \cdot t - \frac{\alpha t^2}{2}) = \frac{m V_1^2}{2} + 2gh$$

$$(V_1^2 + \alpha \cdot 0,4)^2 + 0,8\alpha(V_1 + \alpha \cdot 0,4) = V_1^2$$

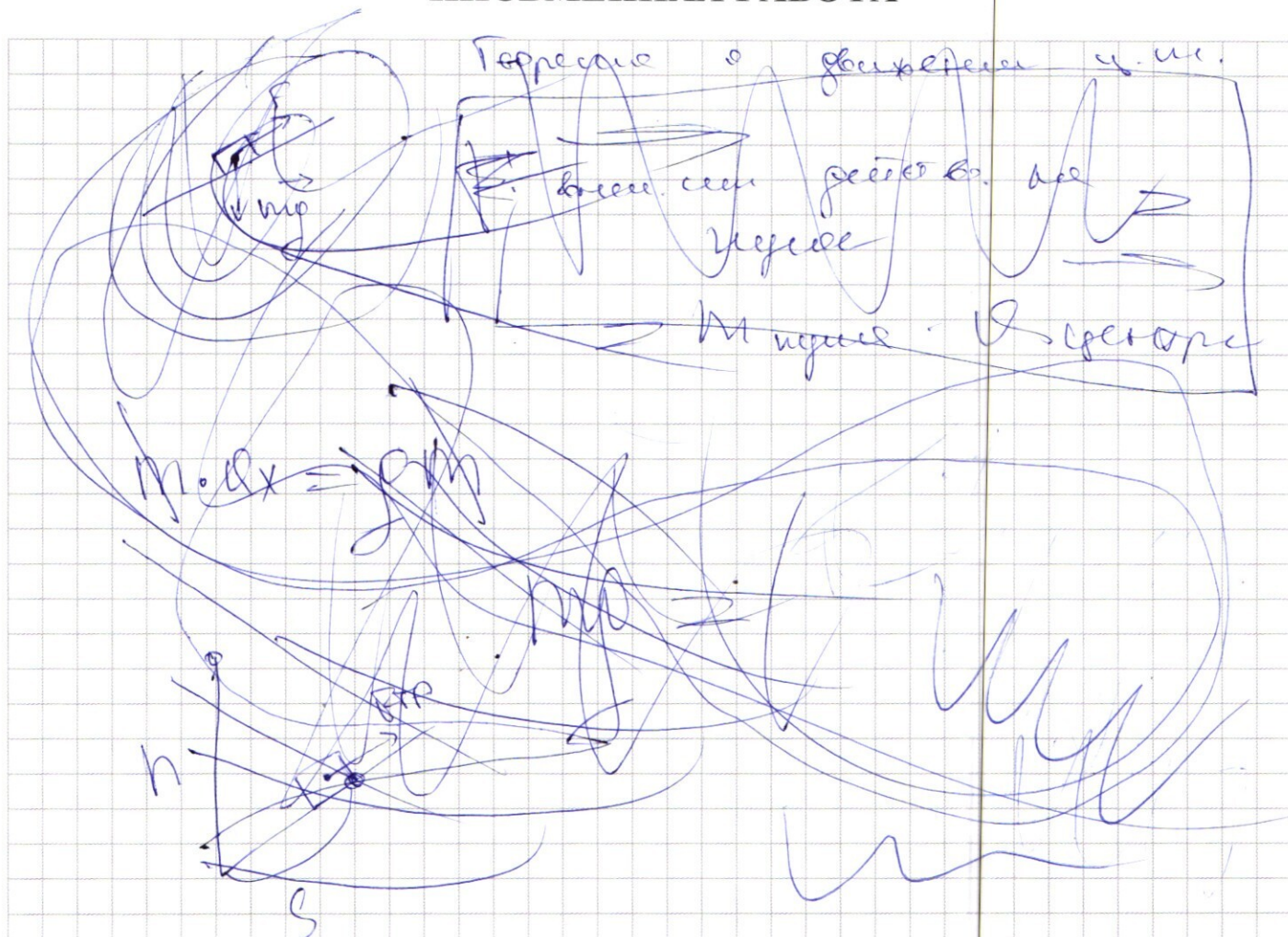
$$0,8V_1 \cdot \cancel{\alpha} + 0,16\alpha + 0,8V_1 \cdot \cancel{\alpha} + 0,32\alpha = 0$$

$$0,48\alpha = -0,16V_1$$

$$\alpha = -\frac{1}{3} \approx 0,33 \frac{u}{c^2}$$

Ответ: 1) $4 \frac{u}{c}$ 2) $0,33 \frac{u}{c^2}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

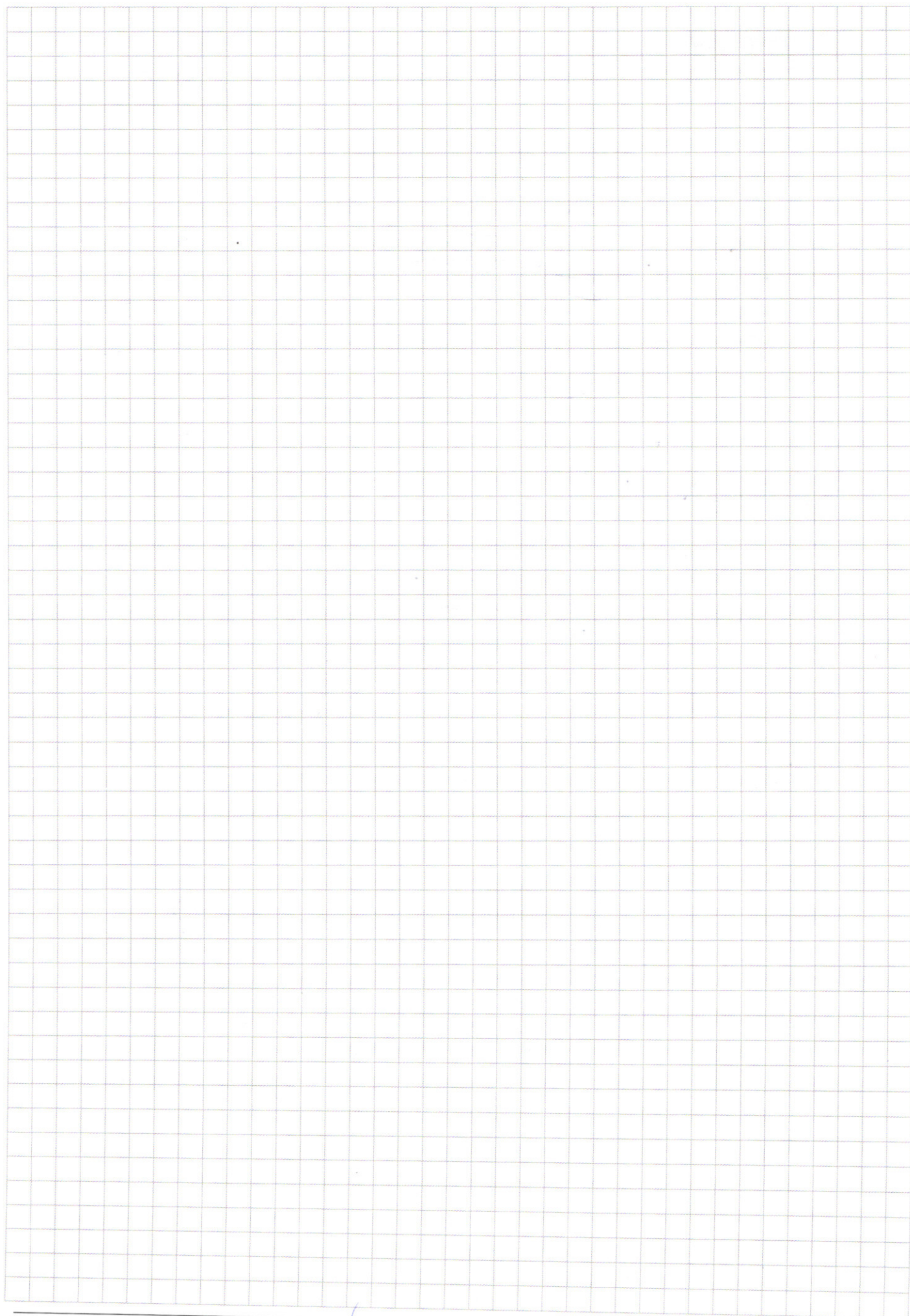


Примеры численных уеио

Приливная сушевание ускорения?

Сумма сил действующих на тело равно
равно нулю. $\therefore$ то тело движется прямо

Вопрос: Почему не было войны?
 Ответ: Потому что не было войны.

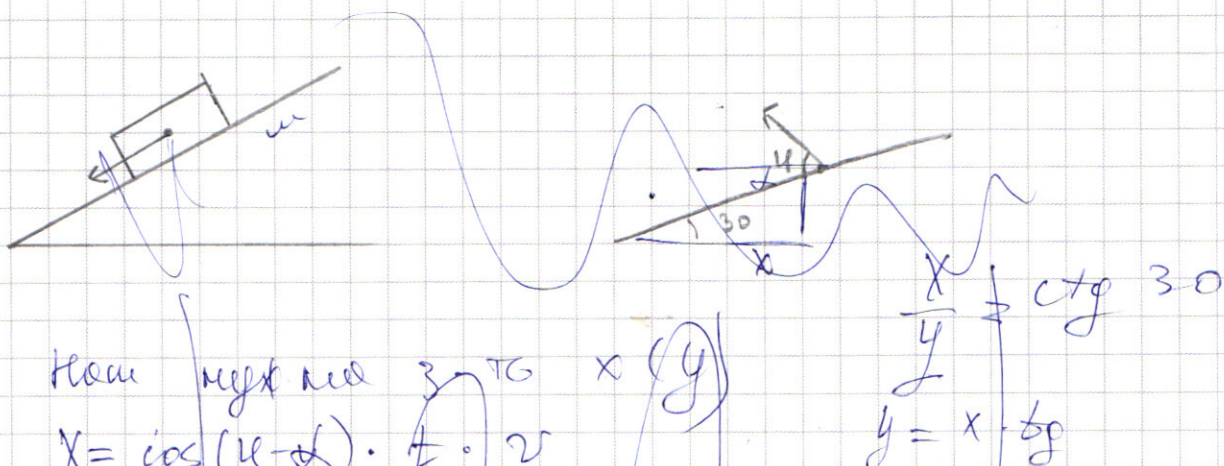


☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$S = \sqrt{x^2 + y^2}$
 $v \cdot \cos(\alpha - \alpha_0) \cdot t = \Delta X$
 $\Delta Y = v \cdot \sin(\alpha - \alpha_0) \cdot t - \frac{gt^2}{2}$
 $t = \frac{\Delta X}{v \cos(\alpha - \alpha_0)}$
 $\Delta X = v \cdot \cos(\alpha - \alpha_0) \cdot t$
 $\Delta Y = v \cdot \sin(\alpha - \alpha_0) \cdot t - \frac{gt^2}{2}$
 $\Delta Y = \Delta X \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \alpha_0) - \frac{\Delta X^2 g}{2 v^2 \cos^2(\alpha - \alpha_0)}$
 $\Delta Y = 12$
 $230 \cdot 5$
 $30 \cdot 46$
 23
 12
 v_1
 v_2
 m_1



Решим задачу на 3-го x (y)

$$x = \cos(\alpha - \beta) \cdot t \cdot v$$

$$y = (\sin(\alpha - \beta) \cdot t \cdot v - \frac{gt^2}{2})$$

$$y = x \cdot \tan(\alpha - \beta) - \frac{g}{2 \cos^2(\alpha - \beta)} x^2$$

$$y = x \cdot \tan \alpha$$

$$x \cdot \tan \alpha = x \cdot \tan(\alpha - \beta) - \frac{g x^2}{2 \cos^2(\alpha - \beta)}$$

$$x \tan \alpha \cos \beta = x \sin \beta - \frac{g x^2}{2 \cos \beta v^2}$$

$$\sin \beta = \tan \alpha \cos \beta + \frac{g x}{2 \cos \beta v^2}$$

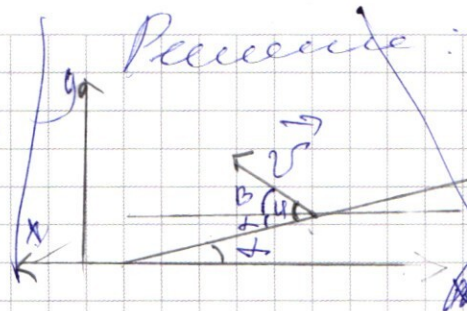
$$1 - \cos \beta$$

$$1 - \frac{x^2}{v^2}$$

$$1 - \frac{x^2}{v^2} = \tan^2 \alpha \frac{x^2}{v^2} + \frac{g^2 x^2}{2^2 \cos^2 \alpha v^4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2. Дано:
 $\alpha = 30^\circ$
 $\varepsilon = 0,8 \text{ м/с}^2$
 $\rho = 10 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$



$$B = 45^\circ$$

Решим по закону сохранения
энергии.

$$L = \frac{x}{2 \cos B}$$

$$\Delta x = v \cdot \cos B \cdot t$$

$$\Delta y = v \cdot \sin B \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\Delta y = \tan B \cdot \Delta x - \frac{g \Delta x^2}{2 v^2 \cos^2 B}$$

Брусок прекратит своё движение когда упадёт
на горизонтальную поверхность

Если он упадёт наклон на наклон, то

$$\Delta y = \Delta x \cdot \tan \alpha$$

$$\Delta x \cdot \tan \alpha = \tan B \cdot \Delta x - \frac{g \Delta x^2}{2 v^2 \cos^2 B}$$

$$\cos B \cdot \tan \alpha = \sin B - \frac{g \Delta x}{2 v^2 \cos B}$$

$$\sin B = \sqrt{1 - \cos^2 B} = \cos B \cdot \tan \alpha + \frac{g \Delta x}{2 v^2 \cos B}$$

$$1 - \cos^2 B = \cos^2 B \tan^2 \alpha + \frac{g^2 \Delta x^2}{2 v^2 \cos^2 B} + \frac{2 \tan \alpha g \Delta x}{v^2}$$

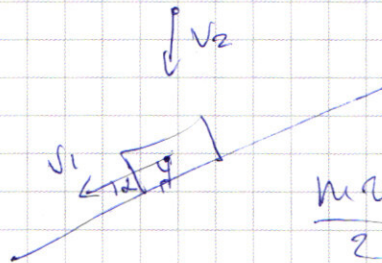
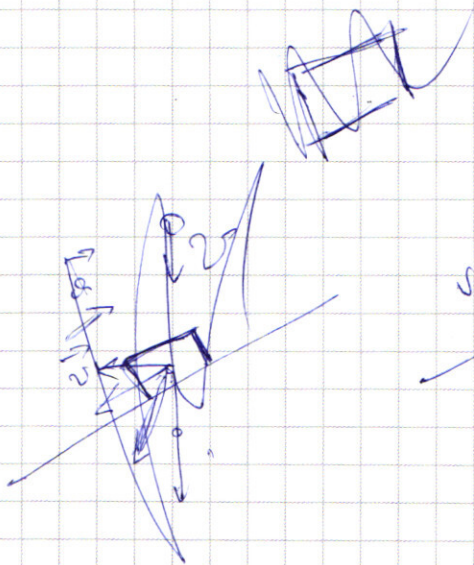
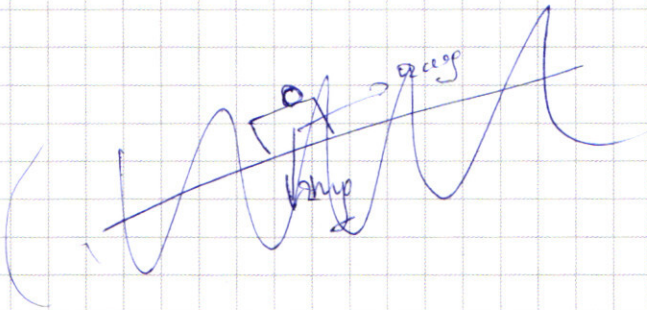
$$\cos^4 B (1 + \tan^2 \alpha) + \frac{g^2 \Delta x^2}{4 v^2 \cos^2 B} + \frac{2 \tan \alpha g \Delta x - v^2}{v^2} \cos^2 B = 0$$

$$D = \left(\frac{2 \tan \alpha g \Delta x - v^2}{v^2} \right)^2 - \frac{g^2 \Delta x^2}{v^2} (1 + \tan^2 \alpha)$$



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

$$y = \sin \alpha \cdot v \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$



2m v x

$$m v_2 + m v_1 \sin \alpha = 2m v_2 y$$

$$m v_1 \cos \alpha = 2m v_2 y$$

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

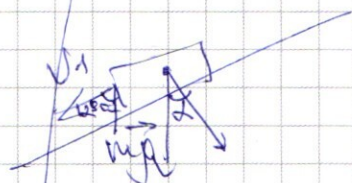
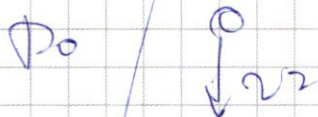
$$= m(v_x^2 + v_y^2) + \Delta E$$

$$\Delta E = A_{\text{тр}}$$

Скорость

$$A_{\text{тр}} = \frac{1}{2} m v^2$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$mV_2 + m \cdot \sin \alpha \cdot V_1 = 2m V_y$$

$$m V_1 \cdot \cos \alpha = 2m V_x$$

$$V_y = \frac{V_2 + \sin \alpha \cdot V_1}{2}$$

$$V_x = \frac{V_1 \cos \alpha}{2}$$

$$m_0 \quad 3CE \quad (V_y^2 + V_x^2) + m + \frac{1}{2} m v^2 = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2}$$

$$\frac{1}{2} m v^2 = (m_0 \cos \alpha \cdot \mu - m_0 \sin \alpha) = m \cdot g$$

$$\frac{1}{2} m v^2 =$$

$$\Delta x = v \cos \alpha \cdot t$$

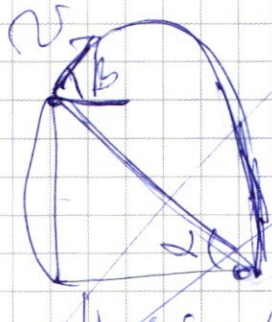
$$-\Delta y = \Delta x \cdot \cot \alpha \quad \text{или?}$$

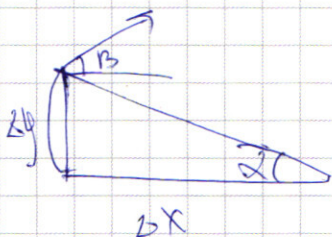
$$\Delta x = \Delta y$$

$$v \cos \alpha \cdot t = v \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\frac{g t^2}{2} + (v \cos \alpha - \sin \alpha) \cdot v \cdot t = 0$$

$$t = \frac{2 \sin \alpha - \cos \alpha}{g}$$





$$\Delta x = v \cdot \cos \alpha \cdot t$$

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

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \tan \alpha$$

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

$$\frac{gt^2}{2} - \frac{gt^2}{2} + v \sin \alpha \cdot t - v \cos \alpha \cdot t \cdot \tan \alpha = 0$$

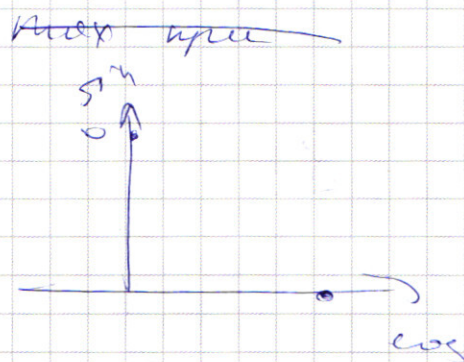
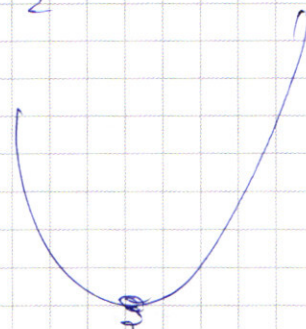
$$\frac{gt^2}{2} - v \cdot t (\cos \alpha \tan \alpha - \sin \alpha) = 0$$

$$D = v^2 (\cos \alpha \tan \alpha - \sin \alpha)^2 - 2g$$

$$\frac{gt}{2} = v \sin \alpha - v \cos \alpha \tan \alpha$$

$$t = \frac{2(v \sin \alpha - v \cos \alpha \tan \alpha)}{g}$$

$$t = \frac{2v}{g} (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \tan \alpha)$$



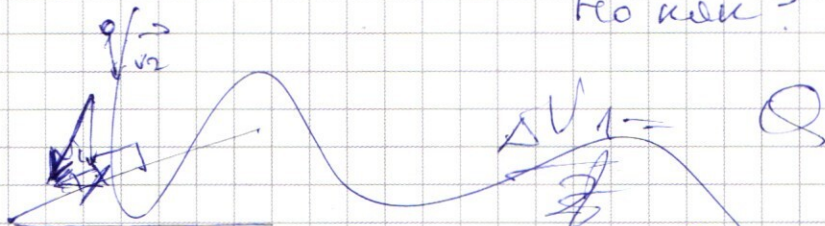
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Если шарик accelerated, то сумма
кинетических энергий должна быть
равна.

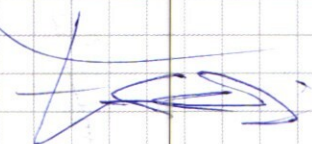
$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = K$$

Но изменение
ускорения вглубь

то как?



Ускорение ???



$\frac{mv_2}{2} + \frac{mv_1 \sin \alpha}{2} = \frac{mv_1}{2}$

$$\frac{mv_2}{2} + \frac{mv_1 \sin \alpha}{2} = \frac{mv_1}{2}$$

$$\frac{p_2}{m} = v$$

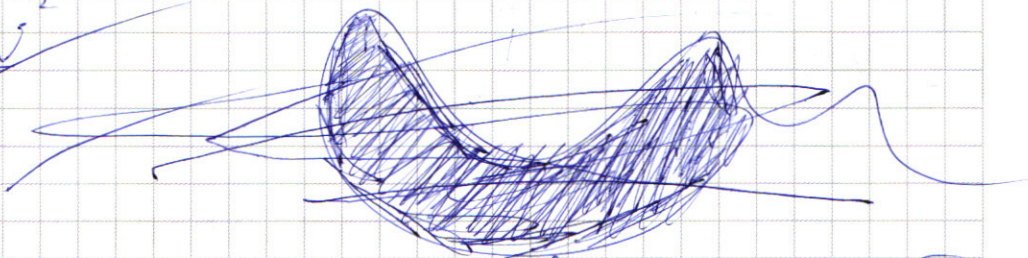
$$\frac{F \cdot s}{mc} = v \cdot v$$

$$\frac{F \cdot v}{m} = Q \cdot v$$

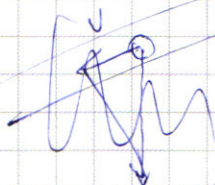
$$\frac{F}{m} = Q$$

$$\frac{v}{f} = \lambda$$

$$m\hbar g = \frac{mv^2}{2}$$



Если тело
его масса
автоматически, значит
станет равна нулю.



масса

$$\Sigma \rightarrow \hbar p$$

ав.

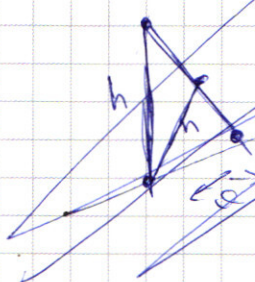
$$\Sigma \hbar \cdot \text{смысл}$$

$$m \cdot g = \Sigma \hbar \cdot \text{смысл}$$

$$g = p$$

$$\hbar < 2m g =$$

$$\frac{h}{\hbar}$$



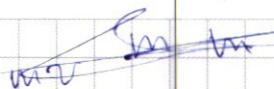
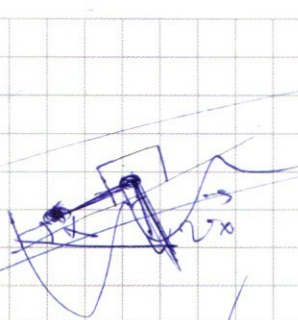
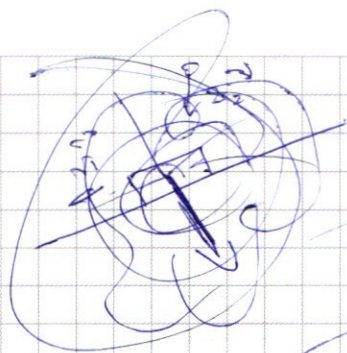
☒ черновик ☐ чистовик

(Поставьте галочку в нужном поле)

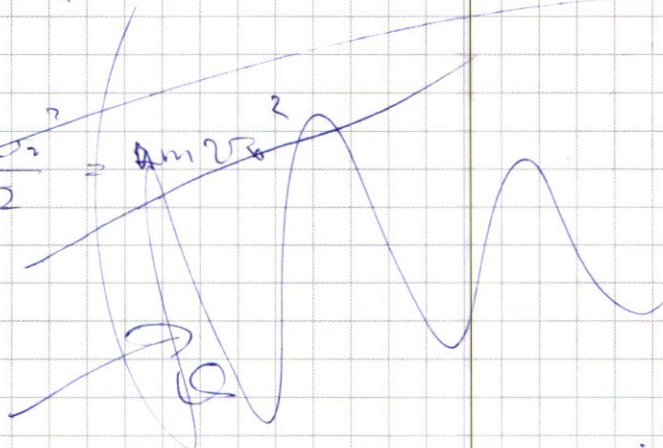
Страница №__

(Нумеровать только чистовики)

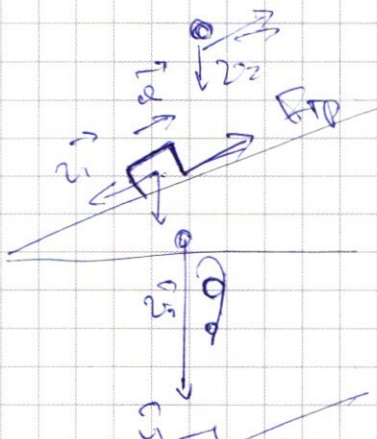
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



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



до



наше

$$F_{тр} = m \cdot \omega \cdot R$$

$$m \omega R = m \frac{v^2}{R}$$

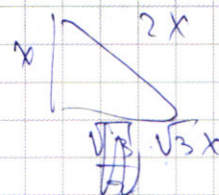
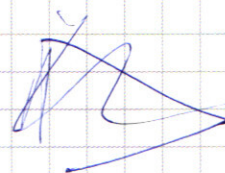


$$v = \sqrt{\frac{F_{тр} \cdot R}{m}} = \sqrt{\frac{16}{10}} = 1,26 \frac{м}{с}$$

$$\frac{2 \cdot 0,6}{10} = \frac{1,6}{10} = 0,16$$



$$(v_1 + 0,4)^2 + 0,8(v_1 + 0,4) \geq v_1^2 \times 0,8$$

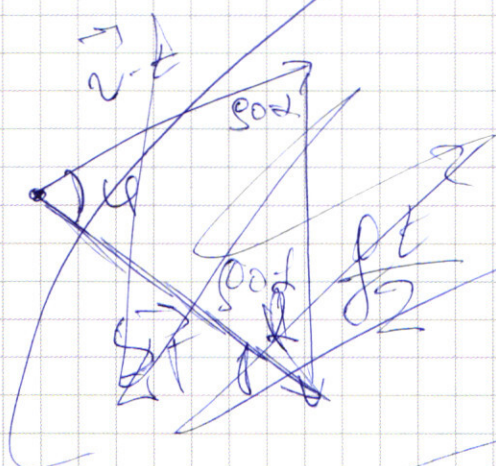


$$\frac{1}{\sqrt{3}}$$

so



$$\frac{\cos \alpha}{s} = \frac{\sin \alpha}{\frac{p + \frac{p}{2}}{2}}$$



$$\sin \alpha =$$

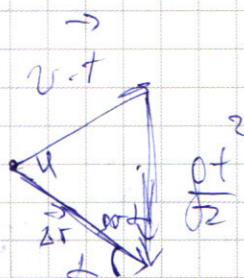
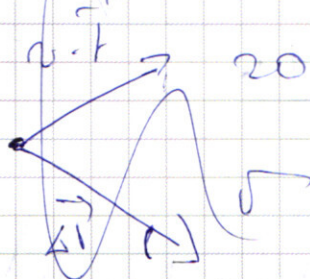
$$L =$$

$$p + \frac{p}{2} = \frac{2 \sin \alpha \cdot s}{\cos \alpha}$$

$$t = \sqrt{\frac{\sin \alpha \cdot s \cdot 2}{\cos \alpha}}$$

$$2000 =$$

$$= 100 \cdot 4 \cdot 20 = 4 \cdot 5 \cdot 100$$



$$\frac{\cos \alpha}{v \cdot t} = \frac{\sin \alpha}{\frac{p + \frac{p}{2}}{2}}$$

$$t = \frac{2 \sin \alpha \cdot 2 \cdot v}{p \cos \alpha}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$$

$$\sin \alpha =$$