

Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Вариант 09-02

Класс 09

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. Пластилиновый 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 пластилина 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.

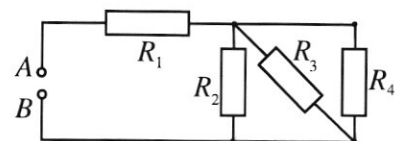
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

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

$t_1 = t_2$ где t_1 и t_2 - локальные температуры шариков 1 и 2 соответственно;
 $m_1 = m_2 = m$ - масса шарика 1, m_2 - масса шарика 2;
 Дано: $V = 25$ м/с; $V_1 = 30$ м/с; $\Delta t = 1,35$ °C;

Найти: 1) V_2 ; 2)

~4

Дано: $V = 25$ м/с; $V_1 = 30$ м/с; $\Delta t = 1,35$ °C;

$\alpha = 90^\circ$; α - угол между направлениями, в которых движ. шары
 $m_1 = m_2 = m$, где m_1 и m_2 - массы шариков 1 и 2
 соответственно; удар абс. упругий.

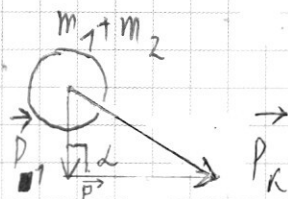
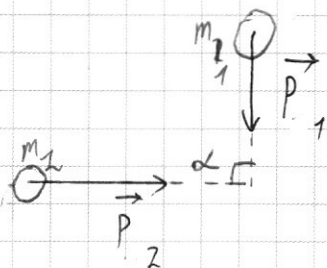
$t_1 = t_2$, где t_1 и t_2 - температуры шариков 1 и 2
 соответственно.

Найти: 1) V_2 ; 2) \cos

Реш.:

До удара:

После:



P_k - импульс системы шаров (после удара).

1) Из з. сохранения импульса:

$\vec{P}_k = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$; \cos геометрической массы
 зрения (по м. теореме (α = 90°)): $|\vec{P}_k|^2 = |\vec{P}_1|^2 + |\vec{P}_2|^2$;

$$(m_1 + m_2) \cdot V^2 = m_1^2 V_1^2 + m_2^2 V_2^2$$

$$m_1 = m_2 = m \Rightarrow 4m^2 V^2 = m^2 V_1^2 + m^2 V_2^2$$

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

$$V_2 = \sqrt{-V_1^2 + 4V^2}; \quad V_2 = \sqrt{4 \cdot 25^2 - 30^2}$$

$$V_2 = 40 \text{ (м/с)}$$

2) Из з. сохр. полной энергии:

$E_1 + E_2 = E_k + Q$, где E_1 и E_2 - энергии шаров до столкновения, E_k - их кинетическая энергия (после столкновения, Q - теплота, выделяющаяся в результате столкновения);

$$E_1 = E_{1k}; \quad E_{1k} = \frac{m_1 V_1^2}{2}; \quad E_2 = E_{2k}; \quad E_{2k} = \frac{m_2 V_2^2}{2}; \quad E_k = \begin{matrix} \text{кинетическая} \\ \text{энергия} \end{matrix}$$

$$E_{\text{кинетическая}} = \frac{(m_1 + m_2) V^2}{2}; \quad Q = (m_1 + m_2) c_m \cdot \Delta t; \quad \begin{matrix} \text{кинетическая} \\ \text{энергия} \end{matrix}$$

(м.к. $t_1 = t_2$);

$$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = 2m c_m \Delta t + \frac{2m V^2}{2}; \quad V_1^2 + V_2^2 = 4c_m \Delta t + 2V^2$$

$$c_m = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4\Delta t}; \quad c_m = \frac{30^2 + 40^2 - 2 \cdot 25^2}{4 \cdot 135}; \quad c_m = 231 \frac{13}{27} \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

Ответ: $231 \frac{13}{27} \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$;
(40 м/с)

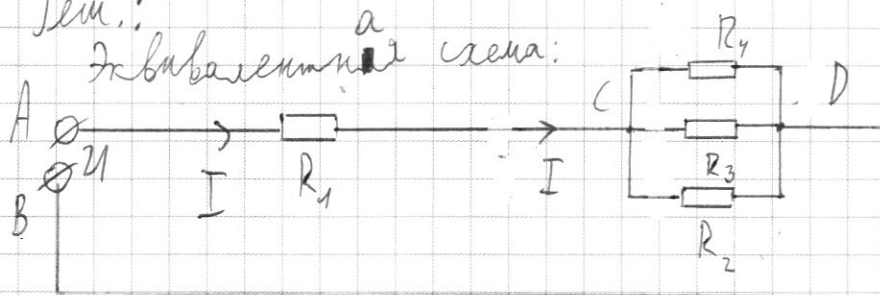
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

~5

Дано: $R_1 = 2r$; $R_2 = R_3 = 4r$; $U = 8V$; $r = 6 \text{ Ом}$;

Найти: 1) R_{AB} ; 2) P ;

Реш.:



1) $R_{AB} = R_1 + R_{234}$, где R_{234} - сопротивление между точками C и D;

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}; \quad \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}$$

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{4}{4r}; \quad R_{234} = \frac{4r}{6} = \frac{2}{3}r$$

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

Ответ: $\frac{2}{3}r$.

2) $P = P_2 + P_3 + P_4$, где $P_2 - P_4$ - мощности резисторов 2-4;

$$P_2 = \frac{U_{CD}^2}{R_2}; \quad P_3 = \frac{U_{CD}^2}{R_3}; \quad P_4 = \frac{U_{CD}^2}{R_4}; \quad U_{CD} = U_{AB} - U_1 = U - U_1, \quad U_1 - \text{напряжение на резисторе } R_1$$

$$U_1 = I \cdot R_1; U_{CD} = I \cdot R_{234} \Rightarrow \frac{U_1}{U_{CD}} = \frac{R_1}{R_{234}} \Rightarrow$$

(I - одинакий ток в цепи)

$$\Rightarrow U_1 = U_{CD} \cdot \frac{R_1}{R_{234}}; U - U_{CD} \cdot \frac{R_1}{R_{234}} = U_{CD};$$

$$U_{CD} = \frac{U}{1 + \frac{R_1}{R_{234}}}; U_{CD} = \frac{U \cdot R_{234}}{R_{234} + R_1} = \frac{U \cdot R_{234}}{R_{AB}};$$

$$P = U_{CD}^2 \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \right) = \frac{U^2 \cdot R_{234}^2}{R_{AB}^2} \cdot \frac{1}{R_{234}} = \frac{U^2 \cdot R_{234}}{R_{AB}^2};$$

$$P = \frac{U^2 \cdot \frac{2}{3} r}{\left(\frac{2}{3} r\right)^2} = \frac{U^2 \cdot \frac{2}{3}}{\frac{64}{9} r} = \frac{3U^2}{32r}; P = \frac{3 \cdot 8^2}{32 \cdot 6}; P = 1 \text{ (Вт)}$$

Ответ: 1 В.Т;

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 3

Дано: $a = 2 \text{ м/с}^2$; $T = 0,2 \text{ с}$; v_{0u} - начальная скорость шарика; $v_{0m} = 0$; $g = 10 \text{ м/с}^2$;

$M = m$, M - масса бруска, m - масса шарика;

№ 2

Дано: $\sin \alpha = 0,6$; $S = 1,8 \text{ км} = 1800 \text{ м}$; $g = 10 \text{ м/с}^2$;

$F_{\text{сопротивления воздуха}} = 0$;

Найти: β, L

Реш.:

1)

t - время полета;

$$y = y_0 + v_{0y} t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2}$$

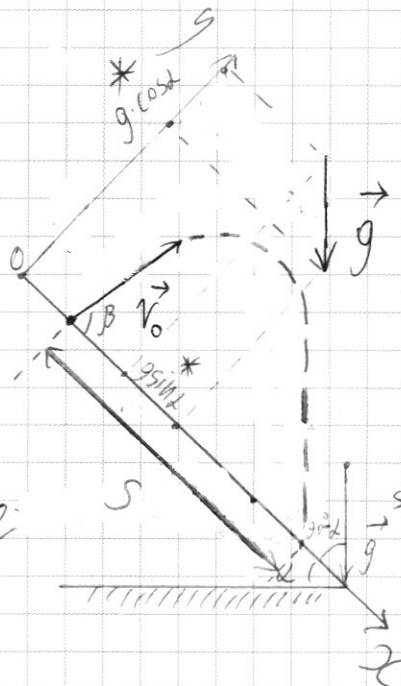
$$y = y_0 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_0 \sin \beta t - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} = 0$$

$$2 v_0 \sin \beta - g \cos \alpha t = 0$$

$$t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$t = t_{\min} \Rightarrow v_0 = v_{0\max}, \sin \beta = \sin \beta_{\max}$$



v_0 - скорость с которой
шарик вылетает из
механизма.

$$\begin{aligned} * : \sin(90^\circ - \alpha) &= \cos \alpha; \\ \cos(90^\circ - \alpha) &= \sin \alpha; \end{aligned}$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$

$$\sin_{\max} \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ;$$

Ответ: 90° ;

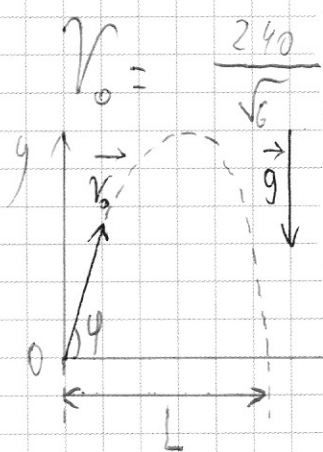
2) Дев порона бонашылуна ~~...~~ Аларан ~1:

$$S = v_{0x} \cdot t + \frac{\sin \alpha \cdot g t^2}{2}$$

$$S = v_0 \cos \beta \cdot \frac{2v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} + \frac{\sin \alpha \cdot g \cdot \frac{4v_0^2 \sin^2 \beta}{g^2 \cos^2 \alpha}}{2}; \cos 90^\circ = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{0x} = 0 \Rightarrow S = \frac{\sin \alpha \cdot g \cdot 4v_0^2 \sin^2 \beta}{2g^2 \cos^2 \alpha}; \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha};$$

$$S = \frac{\sin \alpha}{\sin^2 \beta} v_0^2 = \sqrt{\frac{S \cdot 2 \cdot g \cdot (1 - \sin^2 \alpha)}{\sin^2 \beta}}; v_0 = \sqrt{\frac{7800 \cdot 2 \cdot 10 \cdot (1 - 0,6^2)}{0,6 \cdot 4 \cdot 1}}$$



$$v_0 = \frac{240}{\sqrt{6}} = 40\sqrt{6} \text{ (м/с)};$$

↑-время
вниз
начина;

$$y = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{g t^2}{2}; 0 = 0 + v_0 \cdot \sin \varphi \cdot t - \frac{g \cdot t^2}{2};$$

$$t' = \frac{2v_0 \sin \varphi}{g};$$

$$L = v_{0x} \cdot t'; L = v_0 \cdot \cos \varphi \cdot \frac{2v_0 \sin \varphi}{g};$$

$$L = \frac{2v_0^2}{g} \cdot \frac{1}{2} \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi; f(\varphi) = \sin \varphi \cdot \cos \varphi;$$

$f(\varphi)$ принимает своего максимального значения если $\sin \varphi = \cos \varphi (\Rightarrow)$ если $\varphi = 45^\circ$;

$$L = \frac{2v_0^2 \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ}{g}; L = \frac{2v_0^2 \cdot \sin^2 45^\circ}{g};$$

$$L = \frac{2 \cdot 40^2 \cdot 6 \cdot \frac{1}{2}}{10}; L = 960 \text{ (м)}; \text{ Ответ: } 960 \text{ м};$$

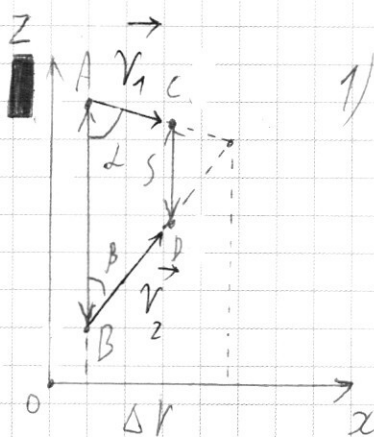
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 1

Дано: $v_1 = 8 \text{ м/с}$; $L = 0,8 \text{ км} = 800 \text{ м}$; $\alpha = 60^\circ$; $\beta = 30^\circ$; $T = 25 \text{ с}$;

Найти: v_2 ; S

Реш.:



*: за все время
движения
 Δv_1 и Δv_2 - перемещения ко-
ординат и т.д. (векторно)

$$1) \Delta v_{1x} = \Delta v_{2x} \quad (\text{см. рисунок}) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v_{1x} \cdot t = v_{2x} \cdot t, \text{ где}$$

t - общее время
движения;

$$v_{1x} = v_{2x}; \quad v_1 \cdot \sin \alpha = v_2 \cdot \sin \beta;$$

$$v_2 = \frac{v_1 \cdot \sin \alpha}{\sin \beta}; \quad v_2 = \frac{8 \cdot \sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}; \quad v_2 = 8\sqrt{3} \text{ (м/с)};$$

$$2) \Delta v_{1z} = \Delta v_{2z} \quad (\text{можно там не писать в числ})$$

$$v_1 \cdot \cos \alpha \cdot t = v_2 \cdot \cos \beta \cdot t \quad (v_1 = \text{const}, v_2 = \text{const}, \Delta v_{1z} = \Delta v_{2z})$$

$$3) v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow v_{1x} \cdot t' = v_{2x} \cdot t' \Rightarrow \Delta v_{1z} = \Delta v_{2z}$$

$$2) v_{1x} = v_{2x} \Rightarrow v_{1x} \cdot t' = v_{2x} \cdot t' \Rightarrow \Delta v_{1z} = \Delta v_{2z} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (CD) \parallel (AB) \Rightarrow (v_1 \cdot T - v_2 \cdot T) = S; \quad L \cdot (v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) \cdot T = S;$$

$$S = 800 - 25 \cdot (8 \cdot \cos 60^\circ + 8\sqrt{3} \cdot \cos 30^\circ);$$

$$S = 400 \text{ (м)}$$

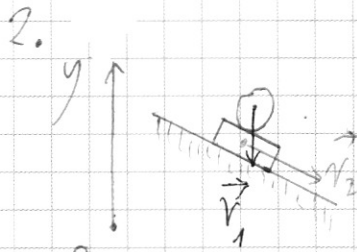
Ответ: $8\sqrt{3}$ м/с и 400 м.

р-3

Дано: $T = 0,2 \text{ с}$; $a = 2 \text{ м/с}^2$; $g = 10 \text{ м/с}^2$; $V_{1н} = 0$, где $V_{1н}$ - начальная

скорость шарика;

Найти: V_1, V_2



$$1) \vec{V}_1 = \vec{V}_{1н} + g \vec{T};$$

В проекциях на ось Oy :

$$V_1 = V_{1н} + gT; \quad V_{1н} = 0 \Rightarrow V_1 = gT;$$

$$V_1 = 10 \cdot 0,2; \quad V_1 = 2 \text{ (м/с)};$$

Ответ: 2 м/с;

2)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№ 5

Дано: $R_1 = 2r$; $R_2 = R_3 = 4r$; $R_4 = r$; $U = 8 \text{ В}$;

1) Найти: R_{AB}

2) P_{234}

$\Delta OM = mg \sin \alpha$
 $\Delta OM = mg \cos \alpha \cdot m$

$0,5 \sqrt{0,75} = 0,25 \sqrt{3}$
 $625 \times 4 = 2500$
 24
 $2500 - 900 = 1600$
 900
 $900 + 1600 = 2500$

$\frac{6}{64} = \frac{3}{32}$
 $\frac{2 \cdot 3}{6} = 1$
 $\frac{1}{3} \sqrt{\frac{8}{9} - \frac{1}{9}} = \frac{1}{3} \cdot \frac{\sqrt{7}}{3} = \frac{\sqrt{7}}{9}$

$900 \cdot \frac{6,4}{6} = \frac{900 \cdot 64}{6} = 300 \cdot 32 = 9600$
 $\frac{9600}{4} = 2400$

$2 \cdot 16 = 32$
 $32 \cdot 27 = 864$
 $\frac{864}{4} = 216$
 $216 \cdot 3 = 648$
 $\frac{648}{4} = 162$
 $162 \cdot 2 = 324$
 $\frac{324}{4} = 81$
 $81 \cdot 2 = 162$
 $\frac{162}{2} = 81$

$72500 \begin{array}{r} | 54 \\ - 108 \\ \hline 170 \\ - 162 \\ \hline 80 \end{array}$
 $\frac{1250}{5,4}$
 $450 \begin{array}{r} - 2500 \\ 1250 \\ \hline 1250 \end{array}$

$\frac{2\sqrt{2}}{6} = \frac{\sqrt{2}}{3}$
 $\frac{625}{2} \times 2 = 625$
 1250

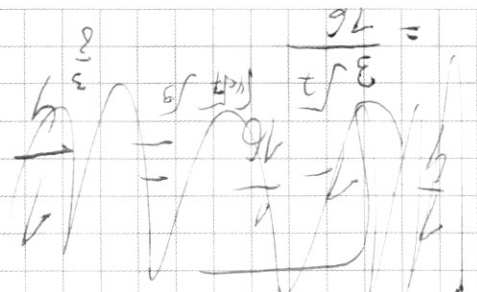
$$\frac{4}{\sqrt{2}} = \frac{4\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2}$$

$$\frac{4}{\sqrt{2}} = \frac{4\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2}$$

$$\frac{4}{\sqrt{2}} = \frac{4\sqrt{2}}{2} = 2\sqrt{2}$$

$$450 + 800 = 1250$$

$$1250 = 2 \cdot 625$$



$$\frac{4\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}}{2} = 4 \cdot 3 = 12$$

$$16 \cdot 25 = 400$$

$$25 \cdot 16 = 400$$

$$730 - 25 = 705$$

$$705 - 25 = 680$$

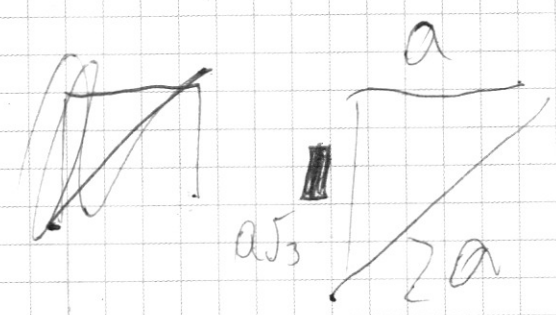
$$625 = 2 \cdot 312.5$$

$$625 = 2 \cdot 312.5$$

$$625 = 2 \cdot 312.5$$

$$\frac{135}{10 \cdot 27} = 0.5$$

$$\frac{625}{2 \cdot 7.35} = \frac{625}{14.7} = \frac{6250}{147}$$



$$\sqrt{4a^2 - a^2} = a\sqrt{3}$$

$$625 \cdot 3 = 1875$$

$$\frac{1250}{4 \cdot 7.35} = \frac{1250}{29.4}$$

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

$$\frac{90 \cdot (9+0)}{9+0} = \frac{810}{9} = 90$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

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

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

$$\frac{a}{g} = (-\sin \alpha + \cos \alpha \cdot \mu)$$
$$\mu = \frac{\frac{a}{g} + \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

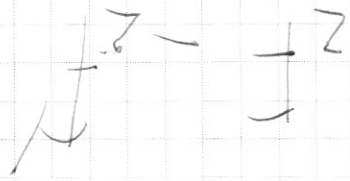
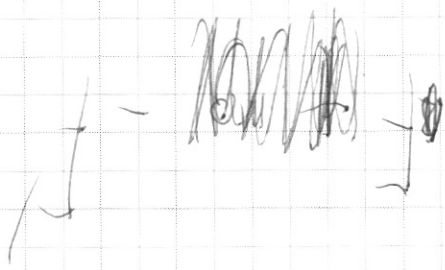
~~$$\mu = \frac{\sin \alpha + \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \cdot \mu}{\cos \alpha}$$~~

$\dots \omega \dots \omega \dots \omega$

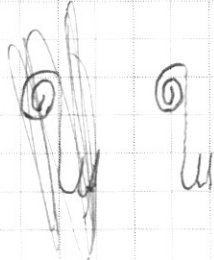
$$\frac{z}{z^2} = \frac{1}{z}$$

$2mg \cos \alpha - 2mg \sin \alpha$

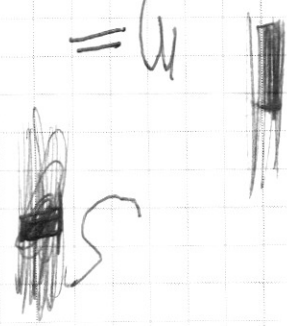
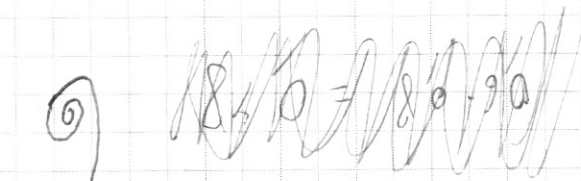
$2mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$



$$\frac{z}{m} + \frac{z}{2m}$$



$5 \cdot \sin \alpha$



$$5 \cdot m \cdot \cos \alpha \cdot \omega \quad \frac{z}{2m} + \frac{z}{m}$$