

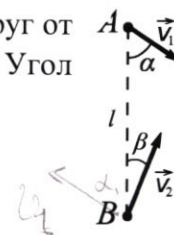
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-01

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

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

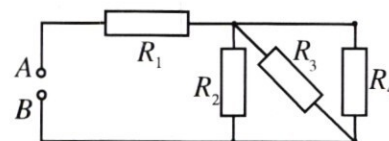
2) На сколько Δt (°C) повысится температура шариков?

Удельная теплоемкость свинца $c = 130$ Дж/(кг·°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

Дано Задача №5

$$R_1 = 3 \Gamma$$

$$R_2 = R_3 = 2 \Gamma$$

$$R_4 = 4 \Gamma$$

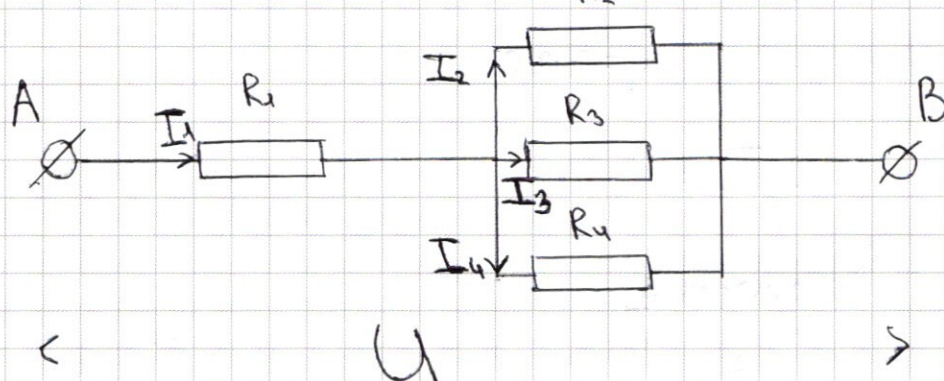
$$U = 38 \text{ В}$$

1) $R_{AB} = ?$

2) $I_4 = ?$

при $r = 100 \Omega$

1) Схему можно преобразовать в данный вид:



2) Резисторы с сопротивлениями R_2 ; R_3 ; R_4 соединены параллельно, а резистор с сопротивлением R_1 последовательно им:

$$R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_3 R_4 + R_2 R_4 + R_2 R_3} = 3 \Gamma + \frac{16 \Gamma^3}{4 \Gamma^2 + 8 \Gamma^2 + 8 \Gamma^2} =$$

$$= 3 \Gamma + \frac{16}{20} \Gamma = 3,8 \Gamma \quad ; \quad R_{AB} = 3,8 \Gamma \quad (\text{при } r = 100 \Omega; R_{AB} = 38 \Omega)$$

3) Найдем I_{AB} — общий ток в цепи.

$$I_{AB} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38 \text{ В}}{3,8 \cdot 100 \Omega} = 1 \text{ А}$$

4) т.к. R_2 ; R_3 ; R_4 соединены с R_1 последовательно, то $U = U_1 + U_4 \Rightarrow U_4 = U - U_1$

5) Найти напряжение на резисторе, а также силу тока

$$U_4 = U - U_1 = U - I_1 R_1 = U - I_{AB} R_1 = U \left(1 - \frac{R_1}{R_{AB}}\right) =$$

$$= U \left(1 - \frac{3r}{3,8r}\right) = U \cdot \frac{4}{19} = \frac{4}{19} U$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{\frac{4}{19} U}{4r} = \frac{U}{19r} = \frac{38B}{19 \cdot 100\Omega} = \frac{1}{5} A ; \underline{I_4 = \frac{1}{5} A}$$

Ответ: 1) $R_{AB} = 3,8r$

2) $I_4 = \frac{1}{5} A$

Задача 4

Дано

$$v_1 = 60 \frac{м}{с}$$

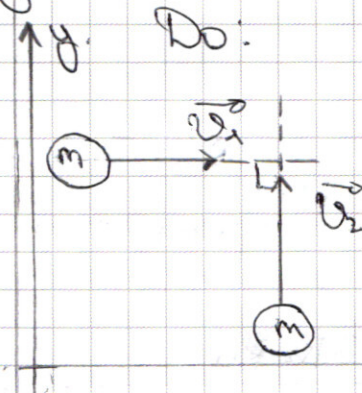
$$v_2 = 80 \frac{м}{с}$$

$$m_1 = m_2 = m$$

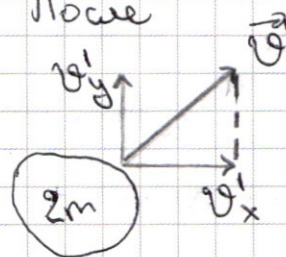
$$C = 130 \frac{Дж}{кг \cdot ^\circ C}$$

$$t_{10} = t_{20}$$

$$\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$$



После



1) Найти v' с использованием Законов Сохранения импульса по 2 осям: Ox и Oy : $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}'$

по Ox : $m v_1 + 0 = 2m v'_x$; $v'_x = \frac{v_1}{2}$

по Oy : $0 + m v_2 = 2m v'_y$; $v'_y = \frac{v_2}{2}$

v' - скорость после столкновения

Отсюда т.к $v' = \sqrt{v_x'^2 + v_y'^2} = \sqrt{\frac{v_1^2}{4} + \frac{v_2^2}{4}} =$

$$= \frac{\sqrt{v_1^2 + v_2^2}}{2} = \frac{100 \frac{м}{с}}{2} = 50 \frac{м}{с} ; \underline{v' = 50 \frac{м}{с}}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

2) Запишем закон сохран. энергии с учетом выд. тепла

$$W_{k1} + W_{k2} = Q + W_{k'}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = Q + \frac{2m}{2}v'^2$$

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

$$Q = \frac{m}{4}(v_1^2 + v_2^2) = 2mc \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{1}{8c}(v_1^2 + v_2^2) = \frac{10^4 \text{ м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{с}}{8 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}} = \frac{10^3}{8 \cdot 13} \text{ с} = \frac{125}{13} \text{ с} \approx 9,61 \text{ с}$$

$$\begin{array}{r} 12513 \\ - 11713 \\ \hline 800 \\ - 7800 \\ \hline 200 \end{array}$$

Ответ: $\Delta t = 9,61 \text{ с}$; $v' = 50 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Задача 1

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

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

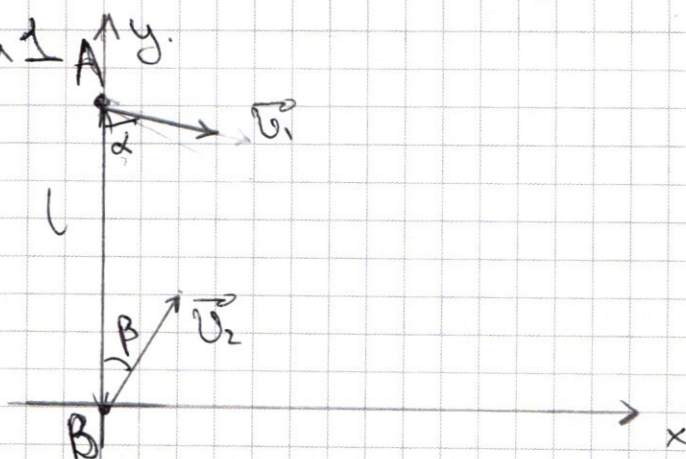
$$\alpha = 60^\circ$$

$$L = 1 \text{ км}$$

$$S = 770 \text{ м}$$

$$\sin \beta = ?$$

$$T = ?$$



1) Рассмотрим движение 2-х тел по X и Y.

$$\begin{cases} X_1 = v_1 \sin \alpha \cdot t \\ Y_1 = L - v_1 \cos \alpha \cdot t \end{cases}$$

$$\begin{cases} X_2 = v_2 \sin \beta \cdot t \\ Y_2 = v_2 \cos \beta \cdot t \end{cases}$$

2) Векторы их скорости и координаты равны:

$$\begin{cases} X_1 = X_2 \\ Y_1 = Y_2 \end{cases} \Rightarrow V_1 \sin \alpha \cdot t = V_2 \sin \beta \cdot t \quad \& \sin \beta = \frac{V_1}{V_2} \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{V_1}{V_2} \sin \alpha = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{20 \frac{\text{м}}{\text{с}}} \sin 60 = \frac{\sqrt{3}}{4}; \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

3) Нарисуем чертеж и найдем время T



1 и 2 - нахождения тел через время T

Из геометрии видно что $S = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$

$$S^2 = (X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 = (V_2 \sin \beta - V_1 \sin \alpha)^2 t^2 + (-V_2 \cos \beta t + (L + V_1 \cos \alpha t))^2$$

$$S^2 = (V_2 \sin \beta - V_1 \sin \alpha)^2 t^2 + (-t(V_2 \cos \beta + V_1 \cos \alpha) + L)^2$$

$$S^2 = (V_2 \sin \beta - V_1 \sin \alpha)^2 T^2 + (V_2 \cos \beta + V_1 \cos \alpha)^2 T^2 + L^2 - 2TL(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta)$$

$$T^2 (V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2 (\sin \alpha \sin \beta + \cos \alpha \cos \beta)) + L^2 - 2L(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) T$$

4) Квадратное уравнение из которого можно получить

T :

$$T^2 (V_1^2 + V_2^2 + 2V_1 V_2 (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta) - 2L(V_1 \cos \alpha + V_2 \cos \beta) T + (L^2 - S^2) = 0$$

Подставим численные значения в УИ:

$$T^2 (500 + 2 \cdot 200 (\frac{\sqrt{3}}{8} - \frac{\sqrt{3} \cdot \sqrt{13}}{2 \cdot 4}) - 2 \cdot 10^3 (10 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4}) + (10^6 - 7,7 \cdot 10^4) = 0$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$T^2(500 + 400(\frac{\sqrt{13}-3}{8})) - 10^4(1+\sqrt{13})T + 10^4(10^2 - 7,7^2) = 0$$

$$T^2(350 + 50\sqrt{13}) - 10^4(1+\sqrt{13})T + 10^4 \cdot 2,3 \cdot 17,7 = 0$$

$$D = 10^8(1+\sqrt{13})^2 - 4 \cdot 10^4 \cdot 2,3 \cdot 17,7 \cdot 50(7+\sqrt{13}) = 10^8(14 + 2\sqrt{13}) - 10^6 \cdot 4,6 \cdot 17,7(7+\sqrt{13})$$

$$T_{1,2} = \frac{10^4(1+\sqrt{13}) \pm \sqrt{10^8(14+2\sqrt{13}) - 10^6 \cdot 4,6 \cdot 17,7(7+\sqrt{13})}}{2 \cdot 50(7+\sqrt{13})} =$$

$$= \frac{10^4(1+\sqrt{13}) \pm 10^4 \sqrt{2(7+\sqrt{13}) - \frac{4,6 \cdot 17,7}{10^2} \cdot (7+\sqrt{13})}}{10^2(7+\sqrt{13})} =$$

$$= 10^2 \left(\frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} \pm \sqrt{(7+\sqrt{13}) \left(2 - \frac{4,6 \cdot 17,7}{10^2} \right)} \right) = 10^2 \left(\frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} \pm \sqrt{(7+\sqrt{13}) \cdot} \right.$$

$$\left. 2 - \frac{2 \cdot (10^2 - 7,7^2)}{10^2} \right) = 10^2 \left(\frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} \pm \sqrt{(7+\sqrt{13}) \left(2 - 2 + 2 \cdot \frac{7,7^2}{10^2} \right)} \right) =$$

$$= 10^2 \left(\frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} \pm \sqrt{(7+\sqrt{13}) \left(2 \cdot \frac{7,7^2}{10^2} \right)} \right) = 10^2 \left(\frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} \pm \frac{7,7}{10} \sqrt{2(7+\sqrt{13})} \right) \text{ с}$$

5) т.к. $t > 0$ проверим $\frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} - \frac{7,7}{100} \sqrt{2(7+\sqrt{13})} > 0?$

$$\frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} > \frac{7,7}{100} \sqrt{2(7+\sqrt{13})} \quad |^{\wedge 2} \quad (\sqrt{13} \approx 3,6)$$

$$\frac{1+3,6}{10,6} > \frac{7,7}{100} \sqrt{2(10,6)} \quad (\sqrt{2})^2 \approx 4,6$$

$$\frac{4,6}{10,6} > \frac{7,7}{100} \cdot 4,6 \quad \frac{100}{10,6} < 7,7 \Rightarrow \frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} < \frac{7,7}{100} \sqrt{2(7+\sqrt{13})}$$

б) Остаётся только. ($\sqrt{13} \approx 3,6$; $\sqrt{121} \approx 11$)

$$T = 10^2 \left(\frac{1+\sqrt{13}}{7+\sqrt{13}} + \frac{77}{100} \sqrt{2(7+\sqrt{13})} \right) = 10^2 \left(\frac{4,6}{10,6} + \frac{77}{100} \cdot 4,6 \right) c =$$

$$= 10^2 \cdot 4,6 \left(\frac{1}{10,6} + \frac{77}{100} \right) c = (10^2 \cdot 4,6 (0,094 + 0,77)) c =$$

$$= 10^2 \cdot 4,6 \cdot 0,864 c = 78 \cdot 4,6 c = 358,8 c \approx 6 \text{ мин}$$

Ответ: $358,8 c \approx 6 \text{ мин}$.

№2.

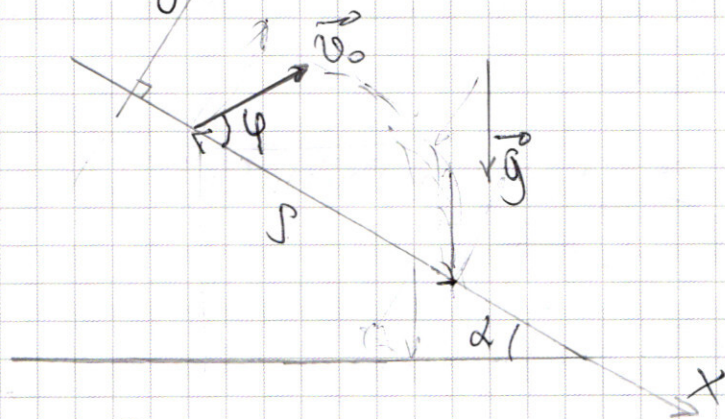
$$\alpha = 30^\circ$$

$$t_{\text{полета}} = t_{\text{полета MAX}}$$

$$S = 0,8 \text{ км.}$$

$\varphi = ?$

$v_0 = ?$



Рассмотрим движение тела по Ox и Oy :

$$\begin{cases} Ox: x = v_0 \cos \varphi t + \frac{g}{2} t^2 \sin \alpha \\ Oy: y = v_0 \sin \varphi t - \frac{g}{2} t^2 \cos \alpha \end{cases}$$

$$1) \begin{cases} S = v_0 \cos \varphi t + \frac{g}{2} t^2 \sin \alpha & (1) \\ 0 = v_0 \sin \varphi t - \frac{g}{2} t^2 \cos \alpha & ; t = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} & (2) \end{cases}$$

$$t_{\text{полета}} = t = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} \Rightarrow t_{\text{MAX}} \text{ при } \sin \varphi = (\sin \varphi)_{\text{MAX}} = 1 \text{ при } \varphi = 90^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \underline{\varphi = 90^\circ}$$

$$2) \text{ Подставим } t = \frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} \text{ в (1)}$$

$$S = v_0 \cos \varphi t + \frac{g}{2} \left(\frac{2 v_0 \sin \varphi}{g \cos \alpha} \right)^2 \sin \alpha = \frac{g}{2} \frac{4 v_0^2 \sin^2 \varphi}{g \cos^2 \alpha} \sin \alpha + 0$$

$$S = 2 \frac{v_0^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \sin^2 \varphi$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

3) Подставим численные значения в получ. формулу

$$S = 2 \frac{v_0^2}{g} \frac{\sin \alpha}{\cos^2 \alpha} \sin^2 \varphi ; v_0^2 = \frac{g S \cos^2 \alpha}{2 \sin \alpha \sin^2 \varphi}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{g S}{2 \sin \varphi}} \frac{\cos \alpha}{\sin \varphi} = \sqrt{\frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 \cdot 10^3 \text{ м}}{2 \cdot \sin 30}} \frac{\cos 30}{\sin 90} =$$

$$= \sqrt{8 \cdot 10^3} \frac{\text{м}}{\text{с}} \frac{\sqrt{3}}{2 \cdot 1} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 10 \sqrt{80} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 5 \sqrt{240} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 50 \sqrt{2,4} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

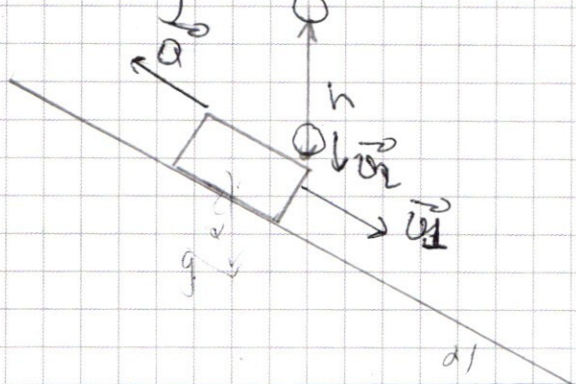
$$v_0 = 50 \sqrt{2,4} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) $\varphi = 90^\circ$

$$2) v_0 = 50 \sqrt{2,4} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Задача 3

$v_1 = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$
 $h = 0,8 \text{ м}$
 $m_1 = m_2 = m$
1) $v_2 = ?$
2) $Q = ?$



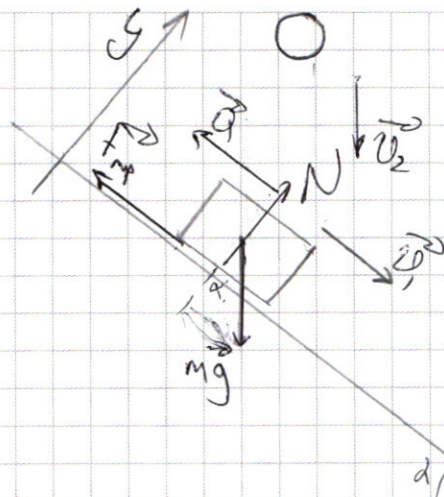
1) Найдем v_2 из кинематики:

$$H = \frac{gt^2}{2}; v_2 = gt = \sqrt{2Hg} = \sqrt{2 \cdot 0,8 \text{ м} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$v_2 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2)



$$\begin{cases} \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = A_{\text{fric}} = F_{\text{frp}} S = F_{\text{frp}} \left(\frac{20}{\sqrt{2}} \cdot \frac{0.1}{2} \right) \\ mv_1 = F_{\text{frp}} \Delta t = F_{\text{frp}} t \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{m}{2}(v_1^2 + v_2^2) = A_{\text{frp}} = F_{\text{frp}} S \\ mv_1 = F_{\text{frp}} \Delta t \end{cases}$$

$$\frac{m}{2}(v_1^2 + v_2^2) = ma \Delta S$$

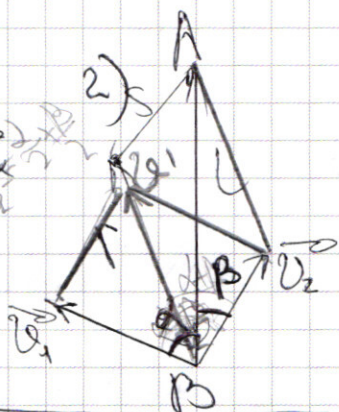
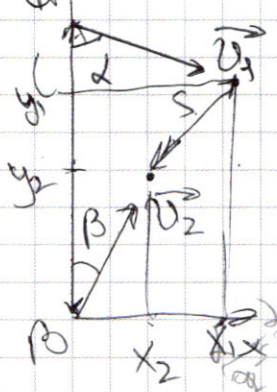
$$\frac{v_1^2 + v_2^2}{2} = a \Delta S = a \cdot 10 \cdot \Delta t$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{aligned}
 & \beta^2 = (v_2 \sin \beta - v_1 \sin \alpha)^2 + 2 + t^2 \left(v_2 \cos \left(\beta + \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} \right) + v_1 \cos \alpha \right)^2 + 2 - \\
 & - 2L + (v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) \\
 & t^2 + \beta^2 = t^2 (v_2^2 + v_1^2 + 2v_1 v_2 (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)) + 2L + (v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) \\
 & T^2 \left(100 + 400 + 2 \cdot 200 \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} - \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{4} \right) \right) + t \cdot 2 \cdot 10^3 \left(10 \cdot \frac{1}{2} + 20 \cdot \frac{\sqrt{13}}{4} \right) \\
 & - 10^6 + 7,7 \cdot 10^4 \\
 & \cos \varphi = \frac{1}{2b} \sqrt{25g \sin \alpha} \\
 & \frac{gt^2}{2} \sin \alpha - 2v \cos \varphi - 50 \\
 & 50T^2(1 + \sqrt{13}) + T \cdot 10^4(1 + \sqrt{13}) + 10^4 \cdot 2,3 \cdot 17,7 = 0 \\
 & D = 10^8(1 + \sqrt{13})^2 - 4 \cdot 10^4 \cdot 2,3 \cdot 17,7 \cdot 50 \cdot (1 + \sqrt{13}) \\
 & D = 10^8(14 + 2\sqrt{13}) - 10^6 \cdot 4,6 \cdot 17,7(1 + \sqrt{13}) \\
 & T_{12} = \frac{-10^4(1 + \sqrt{13}) \pm 10^3 \sqrt{10^3(14 + 2\sqrt{13}) - 4,6 \cdot 17,7(1 + \sqrt{13})}}{100(1 + \sqrt{13})} \\
 & -10^2 \pm \frac{10}{1 + \sqrt{13}} \sqrt{10^3(14 + 2\sqrt{13}) - 4,6 \cdot 17,7(1 + \sqrt{13})} \\
 & t = \frac{S \cos \alpha}{v} \\
 & 10^2(14 + 2\sqrt{13}) - 4,6 \cdot 17,7(1 + \sqrt{13}) = 14 \cdot 10^2 - 200\sqrt{13} - \\
 & 2v \cos \varphi t - \frac{gt^2}{2} \sin \alpha \\
 & S \cos \varphi = v \cos(\varphi - \alpha) t \\
 & S' = v \cos \varphi - \frac{gt^2}{2} \sin \alpha \\
 & y = v \sin \alpha \\
 & g \frac{t^2}{2} \sin \alpha = v \cos \varphi \\
 & \varphi = v \sin \varphi t - \frac{gt^2}{2}
 \end{aligned}$$

3. Bagara 1



$$X_1 = X_2$$

$$t u_1 \sin \alpha = u_2 \sin \beta t \quad \cos \beta = \frac{\sqrt{13}}{4}$$

$$1) \sin \beta = \frac{u_1}{u_2} \sin \alpha = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{10}{20} = \frac{\sqrt{3}}{4} \quad \frac{4.6}{98} \quad \frac{7.7}{10} (7.36)$$

$$1 - \frac{3}{16} = \frac{\sqrt{13}}{16}$$

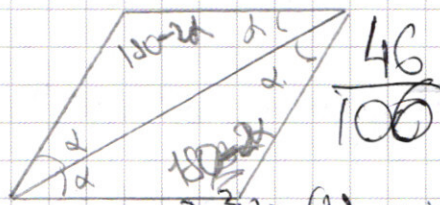
$$\frac{4.6}{98} - \frac{7.7 \cdot 2 \cdot 106}{100} > 0$$

$$u' = \sqrt{(u_1 \cos \alpha + u_2 \cos \beta)^2 + (u_1 \sin \alpha - u_2 \sin \beta)^2} =$$

$$= \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + 2u_1 u_2 \cos \alpha \cos \beta - 2u_1 u_2 \sin \alpha \sin \beta} = \sqrt{u_1^2 + u_2^2 + 2u_1 u_2 (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha \sin \beta)}$$

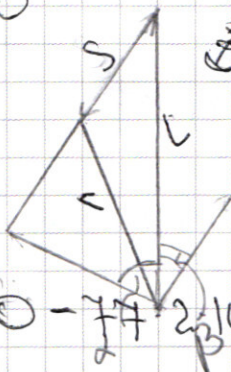
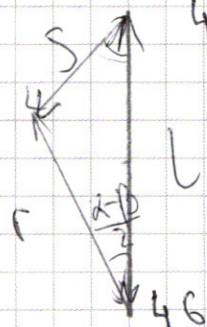
$$r^2 - x^2 = s^2 - (L - x)^2$$

$$r^2 - x^2 = s^2 - L^2 + 2Lx$$



$$r = u' + s^2 = (u_1 \cos \alpha + u_2 \cos \beta)^2 + (u_1 \sin \alpha - u_2 \sin \beta)^2$$

$$46000$$



$$\beta = \frac{46}{106} - \frac{7.7 \cdot 2 \cdot 106}{1000} > 0$$

$$\sqrt{13} < 4$$

$$\sqrt{13} < 4$$

$$46 \cdot 1000 - 7.7 \cdot 2 \cdot 106^2 > 0?$$

$$154 \cdot 100^2 - ?$$

$$\frac{s^2}{t^2} = u_1^2 + u_2^2 - 2u_1 u_2 \cos \alpha \cos \beta - 2u_1 u_2 \sin \alpha \sin \beta$$

$$(L - u_1 \cos \alpha + u_2 \cos \beta)^2$$

$$(L - (u_1 \cos \alpha + u_2 \cos \beta)t)^2 = (u_1 \cos \alpha + u_2 \cos \beta)t^2 + L^2 - 2(u_1 \cos \alpha + u_2 \cos \beta)tL$$

$$\sqrt{13} \approx 3.6$$

$$2mg \sin \alpha = \mu_2 mg \cos \alpha$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\left(\frac{1+\sqrt{13}}{2+\sqrt{13}} - \frac{77}{100} \sqrt{2(7+\sqrt{13})} \right) > 0$$

$\sqrt{13} \approx 3,6$ (29)
154.106.

$$\frac{1+\sqrt{3}}{7+\sqrt{3}} > \frac{77}{100} \sqrt{2(7+\sqrt{3})}$$

$$\frac{4,6}{10,6} > \frac{77}{100} \sqrt{2 \cdot 10,6}$$

$$\left(\frac{46}{106}\right)^2 > \frac{77^2}{100^2} \approx \frac{106}{10}$$

$$46^2 \cdot 10^5 > 47^2 \cdot 2 \cdot 106106^2?$$

$$46^2 \cdot 10^5 > 77^2 \cdot 2 \cdot 106^3 ?$$

21,2

$$21,2 < 25$$

4. $\frac{1}{2} \times 21, 21 \times 5$

$$1) \text{ } S_{\text{cos}} = v_0 \cos(\varphi - \omega t)$$

$$\begin{array}{r} 43 \\ \times 43 \\ \hline 129 \\ 172 \\ \hline 1849 \end{array}$$

$\sin 45^\circ = \cos 45^\circ$

$$\begin{array}{r} 45 \\ \times 45 \\ \hline 225 \\ + 180 \\ \hline 2025 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 465 \\ \times 465 \\ \hline 240 \\ 184 \\ \hline 2116 \end{array}$$

$$\infty, 10, 6 \cdot 2 = 2, 2$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ \overline{) 10,6} \end{array}$$

$$\frac{426}{100} > \frac{77}{100}$$

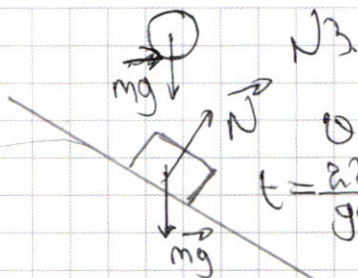
$$\frac{100}{106} > 770 \times$$

$$\begin{array}{r} 1000 \overline{) 1060094} \\ - 954 \\ \hline 480 \\ - 424 \\ \hline 36 \end{array}$$

$$= 2$$

$$\frac{g \cos \theta}{g \sin \theta} - \frac{g \cos \theta}{g \sin \theta} = S$$

$$s = 20 \cos 4^\circ \cdot 220 \sin 4^\circ - \frac{2}{2} \sin 4^\circ - \frac{20 \cos 4^\circ}{2 \sin 4^\circ}$$



$$v \sin \varphi - \frac{gt^2}{2} \cos \alpha = 0 \quad \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} = \frac{2m v^2}{2}$$

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

$$v = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2}{2}} \quad X = v \cos \varphi t - \frac{gt^2}{2} \sin \alpha$$

$$Y = v \sin \varphi t - \frac{gt^2}{2} \cos \alpha$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = 0 \text{ при } \alpha = 90^\circ$$

$$t_{\text{max}} = t_{\text{max}}$$

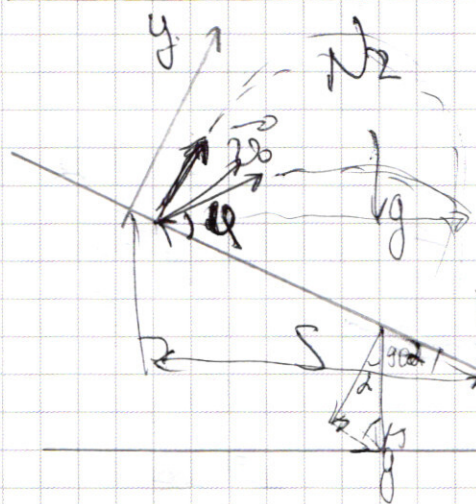
$$\alpha = 30^\circ \quad S = 0,8 \text{ км} \quad g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\varphi = ?$$

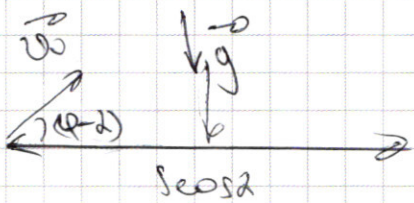
$$v_0 = ?$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin 2\varphi}{g \cos \alpha} - 4$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{10} \sqrt{2 g \sin \alpha}$$



$$\begin{cases} v_0 \sin(\varphi - \alpha) t - \frac{gt^2}{2} = S \cos \alpha \\ v_0 \cos(\varphi - \alpha) t = S \sin \alpha \end{cases}$$



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

$$Y = v t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}; \quad t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$$

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

$$\varphi - \alpha = 35^\circ$$

$$\left(\frac{S \cos \alpha}{v_0 \cos(\varphi - \alpha)} \right)' = 0 = \frac{(S \cos \alpha)' \cdot v_0 \cos(\varphi - \alpha) - S \cos \alpha \cdot v_0 \sin(\varphi - \alpha)}{v_0^2 \cos^2(\varphi - \alpha)}$$

$$\cos(\varphi - \alpha) = 0$$

$$\cos(\varphi - \alpha) = 0$$

$$-(\cos(\varphi - \alpha))' C = 0 \quad \varphi - \alpha = 90^\circ$$

$$\varphi = 120^\circ$$

$$\cos(\varphi - \alpha) \cdot C = 0$$

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

$$S \sin \alpha = \frac{v_0^2}{g} \sin^2 \alpha$$

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№5.

500 + 50(√3 - 9)
50 + 50√3

$$R_{AB} = R_1 + \frac{R_2 R_3 R_4}{R_2 R_3 + R_3 R_4 + R_2 R_4} = 3r + \frac{2r \cdot 2r \cdot 4r}{4r^2 + 8r^2 + 8r^2} = 3r + \frac{16r}{20} = 3r + 0,8r = 3,8r$$

$$I_{AB} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{38B}{38} = 1A$$

$$U_4 = U_{AB} - I_{AB} R_1 = 38B - 1A \cdot 30\Omega = 8B$$

$$I_4 = \frac{U_4}{R_4} = \frac{8B}{40\Omega} = \frac{1}{5}A$$

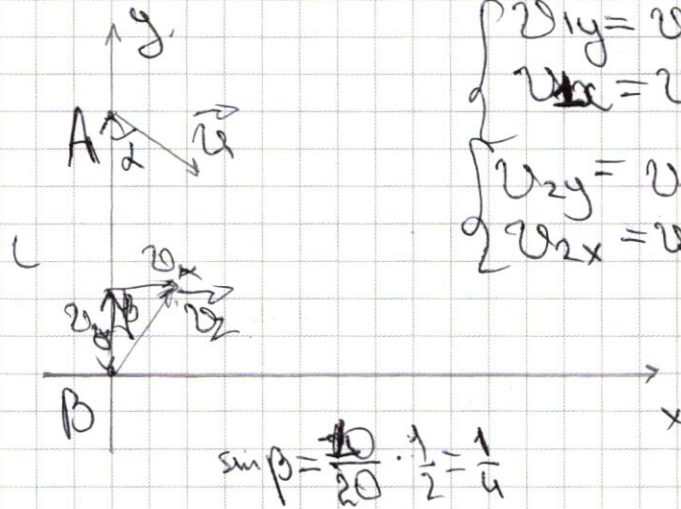
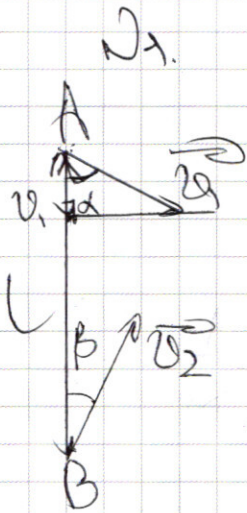
$$I_2 R_2 = I_3 R_3 = I_4 R_4$$

$$I_4 = \frac{1}{2} I_2 = \frac{1}{2} I_3$$

$$I_{AB} = I_2 + I_3 + I_4 = 5I_4 \Rightarrow I_4 = \frac{I_{AB}}{5} = \frac{1A}{5} = 0,2A$$

$$\frac{m_1 \cdot 20}{m_2 \cdot 20} = \frac{20 \cdot 20 \cdot 20}{20 \cdot 20 \cdot 20} \Rightarrow \frac{20}{m_2 \cdot 20} = 1 \Rightarrow m_2 = 20$$

$$\frac{16}{20} = \frac{4}{5} \Rightarrow \frac{m_1 \cdot 10 \cdot 8 \cdot 2}{m_2 \cdot 20 \cdot 10} = 1 \Rightarrow m_1 = 10$$



$$\begin{cases} v_{1y} = v_1 \cos \alpha \\ v_{1x} = v_1 \sin \alpha \\ v_{2y} = v_2 \cos \beta \\ v_{2x} = v_2 \sin \beta \end{cases}$$

$$\sin \beta = \frac{10}{20} \cdot \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

Для A:

$$\begin{cases} X = X_0 + v_{1x} t \\ Y = L + v_{1y} t \end{cases}$$

$$\begin{aligned} X &= v_{1x} t = v_{2x} t; \text{ и } \\ Y &= L + v_{1y} t = v_{2y} t \end{aligned}$$

Для B:

$$\begin{cases} X = 0 + v_{2x} t \\ Y = 0 + v_{2y} t \end{cases}$$

$$\Delta t = \frac{1}{4} (v_{12} + v_{22})$$

$$\begin{aligned} v_1 \cos \alpha &= v_2 \sin \beta \\ \sin \beta &= \frac{v_1}{v_2} \cos \alpha \end{aligned}$$

$$\cos \alpha = \frac{v_1}{v_2} \sin \beta$$



$$2 \cdot 10^3 (5 + 5\sqrt{3}) = 10^4 (1 + \sqrt{3})$$

$$10^6 - 7 \cdot 10^4 = 10^4 (10^2 - 7)$$

$$\frac{110}{10} \cdot \frac{10}{10} = \frac{110}{10}$$

$$\frac{19}{10} \cdot \frac{10}{10} = \frac{19}{10}$$

$$\frac{1}{2} (v_{12} + v_{22}) = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)$$

$$\frac{1}{2} (v_{12} + v_{22}) = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)$$

$$\frac{1}{2} (v_{12} + v_{22}) = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)$$

$$\frac{1}{2} (v_{12} + v_{22}) = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)$$

$$\frac{1}{2} (v_{12} + v_{22}) = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)$$

$$\frac{1}{2} (v_{12} + v_{22}) = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)$$

$$\frac{1}{2} (v_{12} + v_{22}) = \frac{1}{2} (v_1 + v_2)$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\int S \cos \alpha = v_0 \cos(\varphi - \alpha) t$$

$$\int -S \sin \alpha = v_0 \sin(\varphi - \alpha) t - \frac{g}{2} t^2$$

$$v_0 = \frac{S \cos \alpha}{\cos(\varphi - \alpha) t}$$

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

$$\frac{g}{2} t^2 = S \sin \alpha + S \cos \alpha \tan(\varphi - \alpha)$$

$$(t^2)' = 0 = \left(\frac{2}{g} S (\sin \alpha + \cos \alpha \tan(\varphi - \alpha)) \right)' = 0$$

$$t' = 0 \quad \sin$$

$$(t^2)' = 0$$

$$\tan(\varphi - \alpha) = -\frac{1}{\tan \alpha}$$

$$\tan \alpha + \tan(\varphi - \alpha) = 0$$

$$\varphi = \arctan(-\tan \alpha) + \alpha = 60^\circ$$

$$\varphi = \arctan(-\tan \alpha) + \alpha = 120^\circ$$

$$\tan 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\tan 150^\circ = \frac{\sin 150^\circ}{\cos 150^\circ} = \frac{1/2}{-1/\sqrt{3}} = -\frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\tan \alpha = \tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = 1$$

$$1) h = \frac{gt^2}{2}$$

$$v = gt = g \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2hg} = \sqrt{2 \cdot 28 \cdot 10} = 40 \text{ м/с}$$

$$10.5 \sqrt{24}$$

$$3$$

$$1) h = \frac{gt^2}{2}; v_0 = gt = g \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{2hg} = 4 \frac{m}{s} \quad (10)$$

$$2) F_{\text{уп}} = ma$$

$$-F_{\text{уп}} \cdot L$$

$$\frac{m v_1^2}{2} - \frac{m v_0^2}{2} = -F_{\text{уп}} \cdot L$$

$$m v_1$$

$$-m v_0 = -F_{\text{уп}} \cdot t$$

$$\sin \alpha = \frac{m_1}{m_1 + m_2}$$

$$m v_0 \cos \alpha = \frac{m_1 v_1}{1 + \frac{m_1}{m_2}}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} + m \frac{v_0^2}{2}$$

$$m v_1 \sin \alpha + m v_2 = 0$$

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

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

$$\mu N > mg \sin \alpha$$

$$m v_0 = F_{\text{уп}} t$$

$$ma = F$$

$$m v_1 = F_{\text{уп}} t$$

$$v_1 = a t$$

$$\mu mg \cos \alpha > mg \sin \alpha$$

$$\mu > \tan \alpha$$

$$dt = \frac{m dv}{F_{\text{уп}}}$$

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

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

$$a =$$

$$= \frac{v_1^2}{2a}$$

$$m \frac{v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$

$$m \frac{v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$

$$m dv = F_{\text{уп}} dt$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} L$$

$$L = \frac{m v_1^2}{2 F_{\text{уп}}} = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$

$$\frac{m v_1^2}{2}$$

$$m \frac{v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$

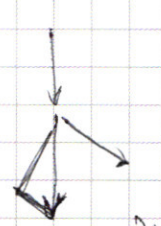
$$\frac{m v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$

$$\frac{m v_1^2}{2} = F_{\text{уп}} t$$



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

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

$$\mu mg = 2mg \sin \alpha$$

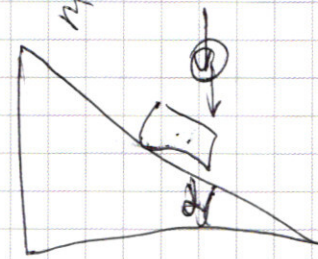
$$\mu = 2 \tan \alpha$$

$$L = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$L = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$L = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$L = \frac{v_1^2}{2a}$$



$$L = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$L = \frac{v_1^2}{2a}$$

$$L = \frac{v_1^2}{2a}$$



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ)»

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

