

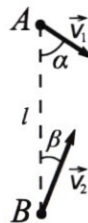
Олимпиада «Физтех» по физике, ф

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. 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 пластины 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 $\Delta t = 1,35$ °C. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

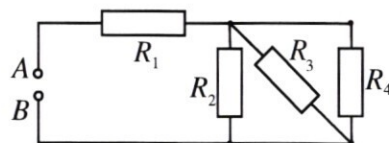
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$,

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

Дано:	СИ:
$l = 0,8 \text{ км}$	800 м.
$V_1 = 8 \text{ м/с.}$	$8 \frac{\text{м}}{\text{с.}}$
$\angle \alpha = 60^\circ$	60°
$\angle \beta = 30^\circ$	30°
$T = 25 \text{ сек.}$	25 с.
$V_2 = ?$	
$S(T) = ?$	

Решение:

явление: равномерное движение.

пусть: C - точка столкновения
корабля и торпеды;

A и B - начальные точки
корабля и торпеды (соотв.)

т.к. $\angle \beta = 30^\circ$, а $\angle \alpha = 60^\circ$, то

торпеда столкнется с кораблем под
прямым углом.

$$AC = l \cdot \sin(30^\circ) = \frac{l}{2} = 400 \text{ м.}$$

$$BC = l \cdot \sin(60^\circ) = \frac{l\sqrt{3}}{2} = 400\sqrt{3} \text{ м.}$$

t_0 - время до столкновения

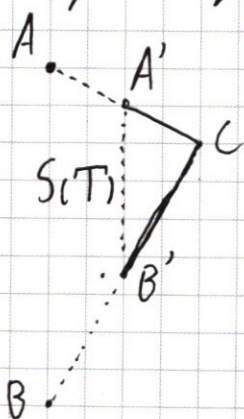
$$t_0 = \frac{AC}{V_1} = \frac{400}{8} = 50 \text{ сек.}$$

$$V_2 = \frac{BC}{t_0} = \frac{400\sqrt{3}}{50} = 8\sqrt{3} \text{ м/с.}$$

рассмотрим положение тел в момент $T = 25 \text{ сек.}$

$$\left. \begin{array}{l} T = \frac{1}{2} t_0 \\ \triangle ABC \sim \triangle A'B'C \end{array} \right\} \Rightarrow S(T) = \frac{1}{2} l = 400 \text{ м.}$$

Ответ: $S(T) = 400 \text{ м.}$; $V_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с.}$



№ 2.

Дано: СИ:

$$\sin \alpha = 0,6 \quad 0,6$$

$$S = 1,8 \text{ км} \quad 1800 \text{ м}$$

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

$\angle B = ?$

$L = ?$

Решение:

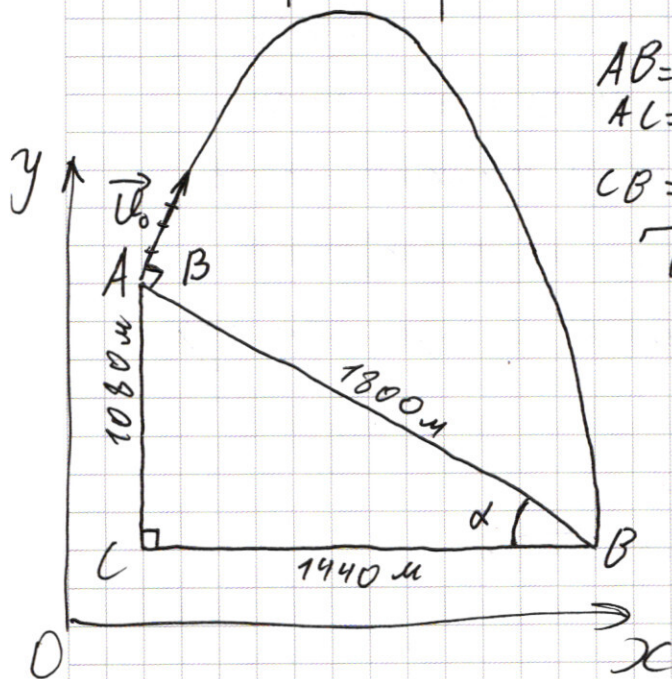
$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$$

$$0,36 + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha = \sqrt{0,64} = 0,8$$

Наибольшее время полёта достигается при выстреле, перпендикулярной поверхности, следовательно, $\angle B = 90^\circ$.

Наибольшая дальность полёта снаряда достигается при выстреле под углом 45° .



$$AB = 1800 \text{ м.}$$

$$AC = AB \cdot \sin \alpha = 1800 \cdot 0,6 = 1080 \text{ м.}$$

$$CB = AB \cdot \cos \alpha = 1800 \cdot 0,8 = 1440 \text{ м.}$$

T - время полёта снаряда.

$$\begin{cases} OX: 0,6 v_0 \cdot T = 1440 \\ OY: -1080 = 0,8 v_0 T - 5 T^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T = \frac{2400}{v_0} \\ 1080 = T(5T - 0,8 v_0) \end{cases}$$

$$1080 = \frac{2400}{v_0} \left(\frac{12000}{v_0} - 0,8 v_0 \right)$$

$$\frac{108}{240} v_0 = \frac{12000}{v_0} - 0,8 v_0$$

$$1,25 v_0 = \frac{12000}{v_0}$$

$$1,25 v_0^2 = 12000$$

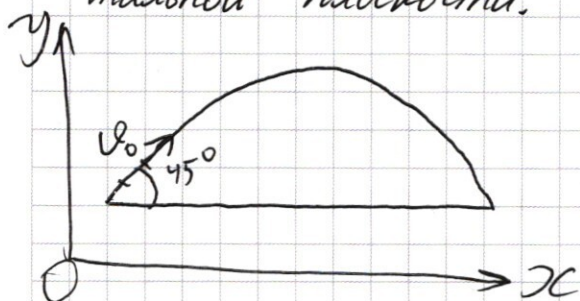
$$v_0^2 = \frac{12000}{1,25} = 9600$$

$$v_0 = \sqrt{9600} \approx 98 \text{ м/с.}$$

$v_x = v_y = \sin(45) \cdot v_0 = 98 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 49\sqrt{2} \text{ м/с.}$ (при горизонте
(при выстреле с горизонтальной поверхностью.)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

t - время полёта снаряда при выстреле с горизон-
тальной плоскости.



$$OY: S_y = v_{0y}t - \frac{gt^2}{2} \quad S_y = 0.$$

$$49\sqrt{2}t = 5t^2$$

$$t = 9,8\sqrt{2} \text{ сек.}$$

$$OX: S_x = v_{0x}t = 9,8\sqrt{2} \cdot 49\sqrt{2} \approx 9600 \text{ м.}$$

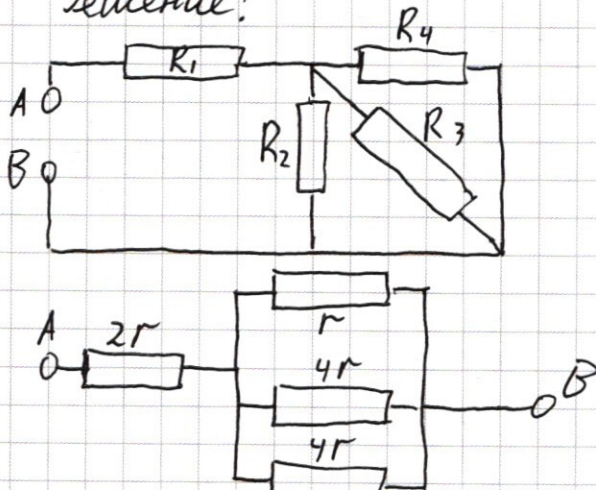
Ответ: $L = 9600 \text{ м}$; $\angle B = 90^\circ$.

№ 5.

Дано:
 $U = 8 \text{ В}$
 $R_1 = 2r$
 $R_2 = R_3 = 4r$
 $R_4 = r$
 $R_0 = ?$
 $P(r = 6 \text{ Ом}) = ?$

СИ:
 8 В

Решение:



$$R_{1234} = R_{234} = \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r}} \quad R_{234} = \frac{2}{3}r$$

$$R_0 = (2 + \frac{2}{3})r = 2\frac{2}{3}r.$$

$$P = UI$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$P = \frac{U^2}{R_{234}}$$

$$P(r = 6 \text{ Ом}) = \frac{8^2}{\frac{2}{3} \cdot 6} = 16 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_0 = 2\frac{2}{3} \text{ Ом}$; $P(r = 6 \text{ Ом}) = 16 \text{ Вт}$.

№ 4.

Дано:	ЦУ:
$V = 25 \frac{м}{с}$	$25 \frac{м}{с}$
$V_1 = 30 \frac{м}{с}$	$30 \frac{м}{с}$
$\Delta t = 1,35^{\circ}C$	$1,35^{\circ}C$
$V_2 - ?$	
$c - ?$	

Решение:

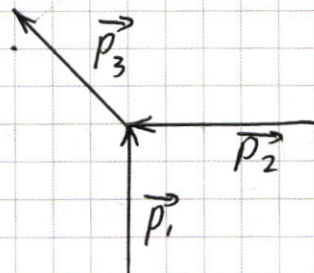
$$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}_3$$

$$p_1 = V_1 \cdot m = 30m$$

$$p_2 = V_2 \cdot m$$

$$p_3 = V \cdot 2m = 50m$$

m - масса 1-ого шарика.



$$p_3 = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$$

$$2500m^2 = 900m^2 + V_2^2 m^2$$

$$V_2^2 = 1600 \quad V_2 = 40 \frac{м}{с}$$

$$E_1 = \frac{mV_1^2}{2} = 450m$$

$$E_2 = \frac{mV_2^2}{2} = 800m$$

$$E_3 = \frac{2mV^2}{2} = 625m$$

$$\Delta E = E_1 + E_2 - E_3 = 625m$$

$$\Delta Q = 2mc\Delta t \quad \Delta E = \Delta Q$$

$$625m = 2m \cdot c \cdot 1,35$$

$$c = \frac{625}{2 \cdot 1,35} = \frac{625}{2,7} \approx 231,5 \frac{Дж}{кг \cdot ^{\circ}C}$$

Ответ: $V_2 = 40 \frac{м}{с}$; $c = 231,5 \frac{Дж}{кг \cdot ^{\circ}C}$.

№ 3.

Дано:	ЦУ:
$a = 2 \frac{м}{с^2}$	$2 \frac{м}{с^2}$
$g = 10 \frac{м}{с^2}$	$10 \frac{м}{с^2}$
$T = 0,2 с$	$0,2 с$
$V_1 - ?$	
$V_2 - ?$	

Решение:

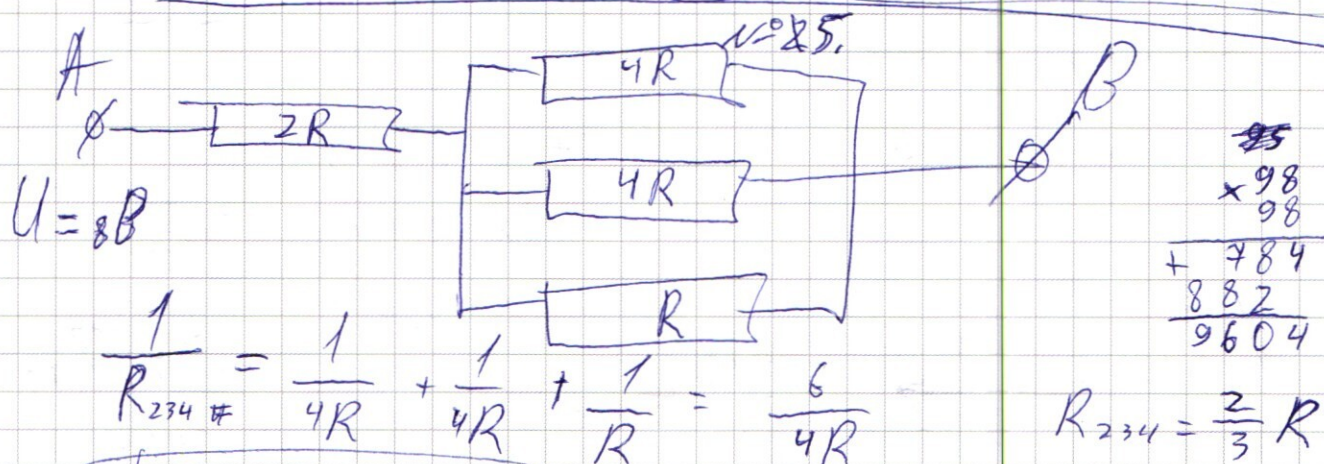
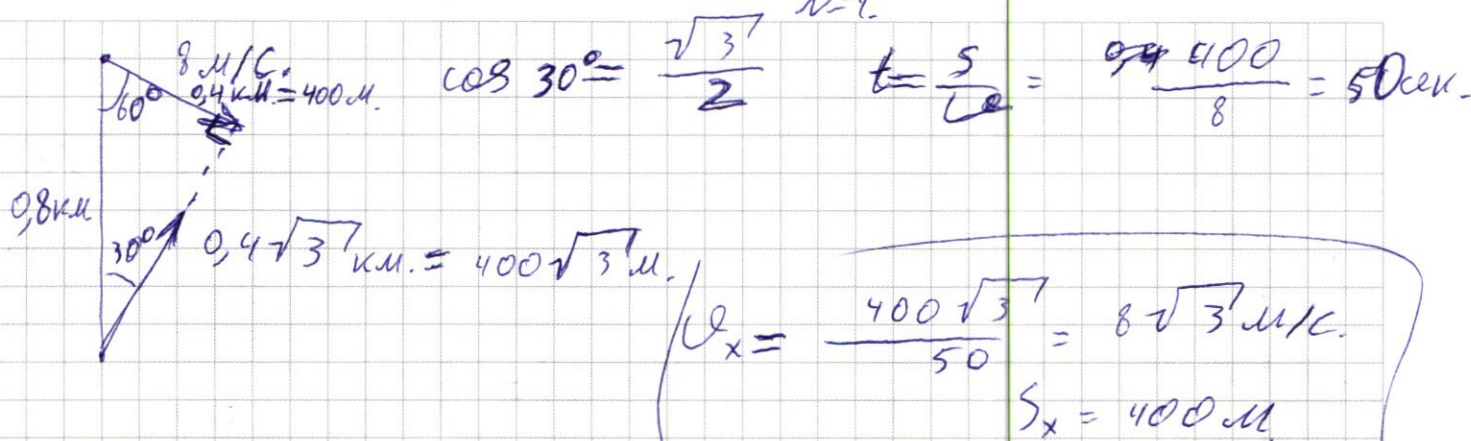
$$V_k = V_0 + at$$

$$V_k \text{ шарика} = gT = 10 \cdot 0,2 = 2 \frac{м}{с}$$

Ответ: ~~2 м~~ $V_1 = 2 \frac{м}{с}$.

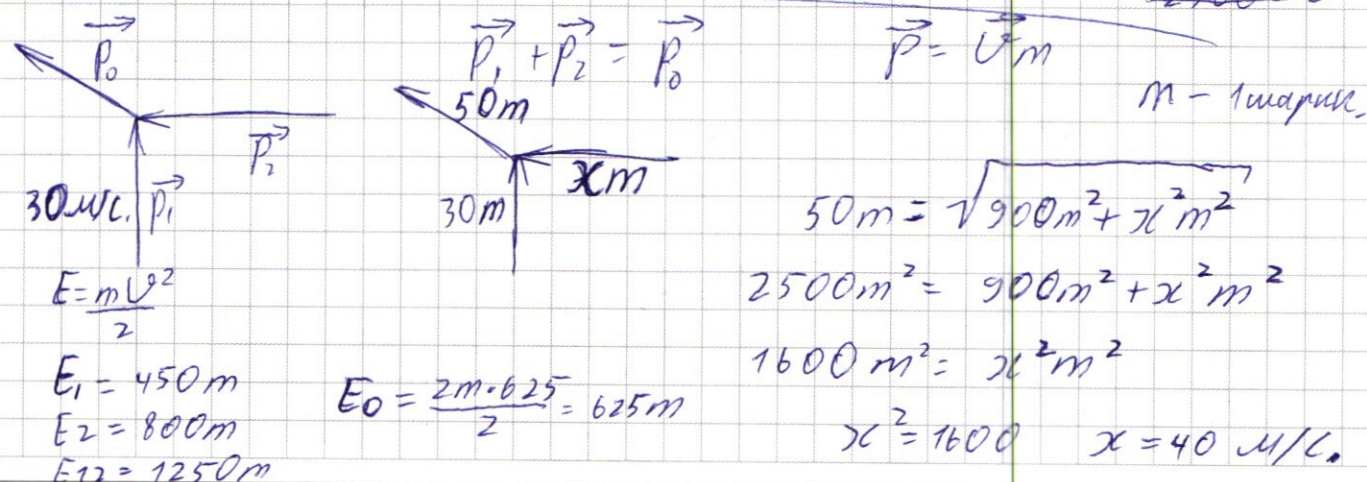
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1



$$1250 \text{ м} = \frac{m v^2}{2}$$

$$2500 = v^2$$



$$\Delta E = 625 \text{ м}$$

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №
(Нумеровать только чистовики)

$$\Delta E = 625 \text{ m}$$

$$Q = 2mc \Delta t$$

$$\frac{54}{120} = \frac{27}{60} = \frac{9}{20} = 0,45$$

$$625 = 2c \Delta t$$

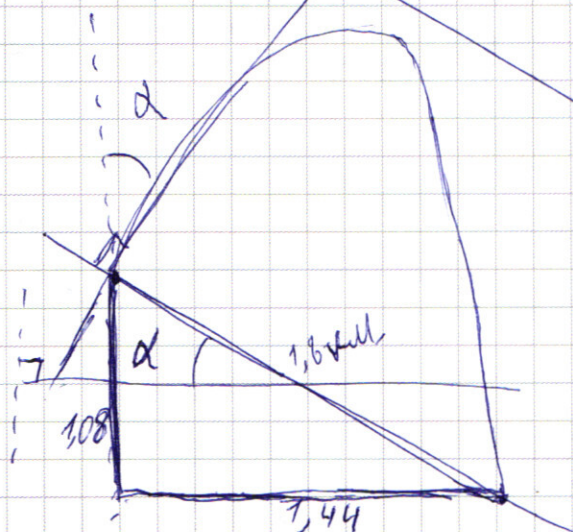
$$c = \frac{625}{2 \cdot 1,35} = \frac{125}{0,27} = 0,54$$

$$\begin{array}{r} 62500 \\ -10800 \\ \hline 51700 \\ -16200 \\ \hline 35500 \\ -8000 \\ \hline 27500 \end{array}$$

$$125$$

$$\begin{array}{r} 12500 \\ -10800 \\ \hline 1700 \\ -1620 \\ \hline 80 \\ 54 \\ -260 \\ \hline -216 \\ -440 \\ \hline -432 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$1,8 \cdot 0,6 = 1,08$$



$$1,8 \cdot 0,8 = 1,44$$

$$0,36 + \cos^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha = 0,64$$

$$\cos \alpha = 0,8$$

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ 1,8 \\ \uparrow \\ 0,8V_0 \\ \rightarrow \\ 0,6V_0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14400 \\ -1200 \\ \hline 13200 \\ -2400 \\ \hline 10800 \\ -2400 \\ \hline 8400 \end{array}$$

$$S = V_0 t + \frac{a t^2}{2}$$

$$\begin{array}{r} 1200 \\ -1120 \\ \hline 800 \\ -784 \\ \hline 160 \end{array}$$

$$\begin{cases} 0,6V_0 T = 1,44 \\ -1,08 = 0,8V_0 T - 5T^2 \end{cases}$$

$$-1,08 = 0,8V_0 T - 5T^2$$

$$\begin{array}{l} V_0 T = 2,4 \\ T = \frac{2,4}{V_0} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10,8 \\ -10,0 \\ \hline 80 \\ -75 \\ \hline 50 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 144 \\ -12 \\ \hline 132 \\ -24 \\ \hline 108 \\ -24 \\ \hline 84 \end{array}$$

$$1,08 = \frac{3,4}{V_0} \cdot \frac{12}{V_0} - 0,8V_0$$

$$1,08 = 5T^2 - 0,8V_0 T$$

$$\frac{1,08V_0}{2,5} = \frac{12}{V_0} - 0,8V_0$$

$$V_{x7} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{10,7} = \sqrt{5,35}$$

$$1,08 = T^2 - 15T - 0,8V_0$$

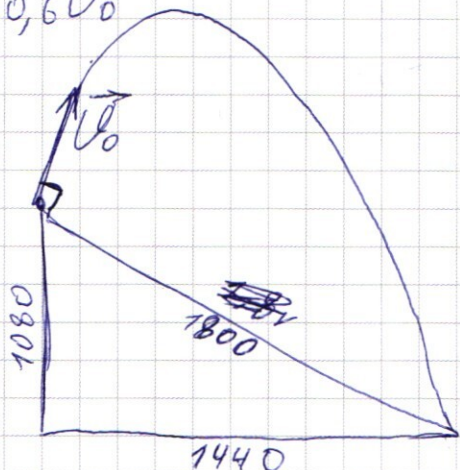
$$\frac{1,08V_0}{2,5} + 0,8V_0 = \frac{12}{V_0}$$

$$\frac{1,12V_0}{V_0} = \frac{12}{V_0}$$

$$\begin{array}{l} 1,12V_0^2 = 12 \\ V_0^2 = \frac{12}{1,12} \end{array}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\begin{matrix} \uparrow 0,8V_0 \\ \rightarrow 0,6V_0 \end{matrix}$$



$$V^2$$

$$\angle B = 90^\circ$$



$$\begin{cases} 0,6V_0 \cdot T = 1440 \\ -1080 = 0,8V_0 T - 5T^2 \end{cases}$$

$$V_0 \cdot T = 2400 \quad T = \frac{2400}{V_0}$$

$$1080 = T(5T - 0,8V_0)$$

$$1080 = \frac{2400}{V_0} (5 \frac{2400}{V_0} - 0,8V_0)$$

$$\frac{108}{240} V_0 = \frac{12000}{V_0} - 0,8V_0$$

$$1,25V_0 = \frac{12000}{V_0}$$

$$1,25V_0^2 = 12000$$

$$V_0^2 = \frac{12000}{1,25} = 9600$$

$$V_0 = \sqrt{9600} = 10\sqrt{96} \approx 98$$

$$V_{0xy} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 98 = 49\sqrt{2}$$

$$S = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$49\sqrt{2}t = 5t^2$$

$$5t^2 - 49\sqrt{2}t = 0$$

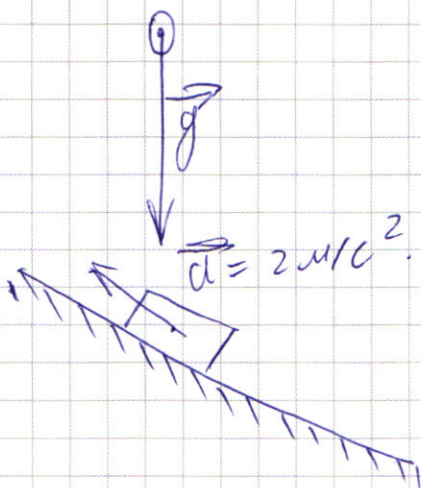
$$5t - 49\sqrt{2} = 0$$

$$t = \frac{49\sqrt{2}}{5} = 9,8\sqrt{2}$$

$$\begin{array}{r} 1200000 \quad | \quad 125 \\ 1125 \\ \hline 750 \\ 750 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 19,6 \\ 4,9 \\ \hline + 1764 \\ 784 \\ \hline 9604 \end{array}$$

$$\begin{aligned} S &= V_0 t \quad S_x = V_{0xy} \cdot t = 9,8\sqrt{2} \cdot 49\sqrt{2} = \\ &= 49 \cdot 19,6 = 9600 \end{aligned}$$



$$v_0 = 3.$$

$$T = 0,2 \text{ с.}$$

$$v_k = v_0 + at$$

$$v_{кш} = 10 - 0,2 = 2 \text{ м/с.}$$

$$v_{кб} =$$

$$\begin{array}{r} 6250 \overline{) 27} \\ \underline{54} \\ 85 \\ \underline{81} \\ 40 \\ \underline{27} \\ 13 \end{array}$$



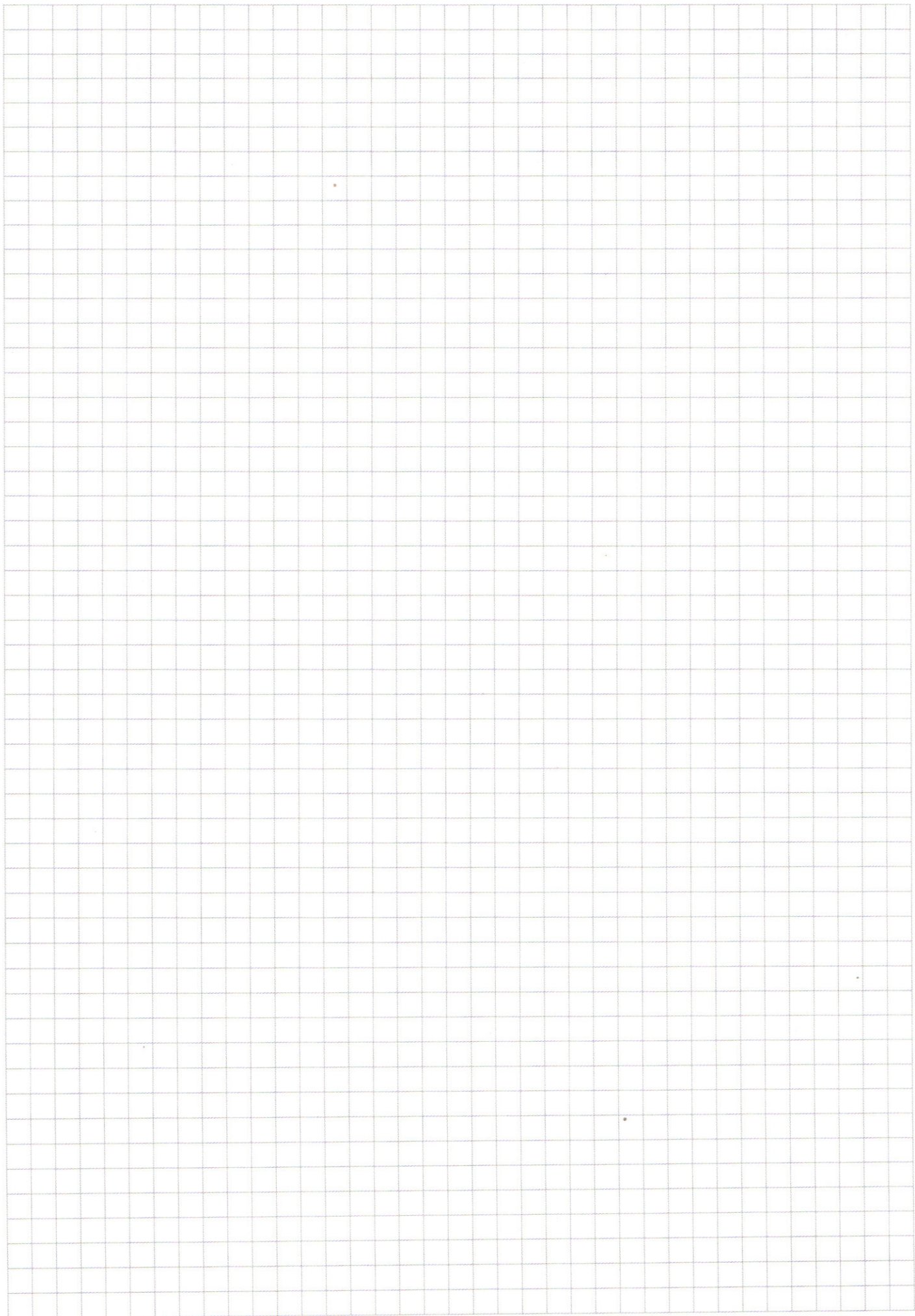
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



☒ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)