

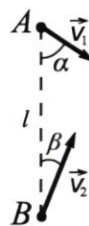
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

Класс 09

Вариант 09-02

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

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

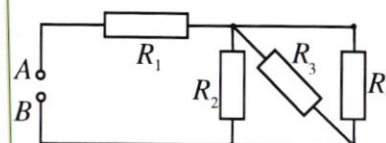
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °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

Дано:

$$l = 0,8 \text{ км}$$

$$V_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$T = 25 \text{ с}$$

$$\beta = 30^\circ$$

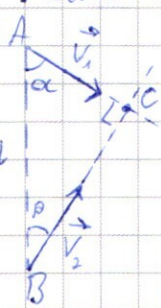
$$V_2 = ?$$

$$S = ?$$

СИ

$$800 \text{ м}$$

Решение



Обозначим точку столкновения
корабля и торпеды С. Тогда
 $\angle C = 180^\circ - \alpha - \beta = 180^\circ - 60^\circ - 30^\circ = 90^\circ$

Пусть t время движения корабля
и торпеды до столкновения равно t_1 .

Тогда расстояние пройденное кораблем

равно $V_1 \cdot t_1$, торпедой $V_2 \cdot t_1$. Так как $\angle C$ прямой, то

$$\cos \angle \alpha = \frac{V_2 t_1}{l}$$

$$\cos 60^\circ = \frac{8 \cdot t_1}{800}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{8 \cdot t_1}{800}$$

$$t_1 = 50 \text{ с.}$$

то же время: $\cos \angle \beta = \frac{V_2 t_1}{l}$

$$\cos 30^\circ = \frac{V_2 \cdot 50}{800 \text{ м}}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{V_2 \cdot 50}{800}$$

$$V_2 = 8\sqrt{3} \approx 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

П.т. торпеды и корабль движутся равномерно,
то через время $T = 25 \text{ с} = \frac{1}{2} t_1$ они пройдут ровно
половину своего расстояния до столкновения. Тогда это
расстояние между ними будет средней линией тре-

угольника ABC и равно $S = \frac{1}{2} AB = \frac{1}{2} v = \frac{1}{2} \cdot 800 = 400 \text{ м}$

Ответ: $V_2 \approx 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $S = 400 \text{ м}$

14

Дано:

$$V_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

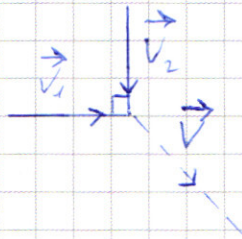
$$V = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta t = 1,35^\circ\text{C}$$

$$V_2 = ?$$

$$c = ?$$

Решение:



Пусть масса одного из шариков m , тогда другой $2m$. По закону сохранения

импульса: $\sqrt{m^2 V_1^2 + m^2 V_2^2} = 2m^2 V$

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

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

$$30^2 + V_2^2 = 25^2 \cdot 2^2$$

$$V_2^2 = 1600$$

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

Поле столкновения, часть кинетической энергии перейдет во внутреннюю, которая пойдет на нагревание шариков:

$$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{2m V^2}{2} + Q, \text{ где } Q - \text{внутренняя энергия}$$

$$450m + 800m = 625m + c m \Delta t \cdot 2$$

$$1250 = 625 + 2c \Delta t$$

$$2c \Delta t = 625$$

$$c = \frac{625}{2 \Delta t}$$

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

Ответ: $40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $231,5 \frac{\text{дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$

15

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$R_1 = 2r$$

$$R_2 = R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

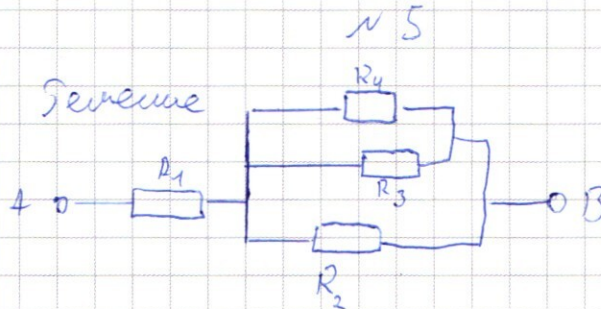
$$U = 8 \text{ В}$$

$$r = 6 \text{ Ом}$$

$$R_{AB} = ?$$

$$P = ?$$

Решение



$$R_{AB} = R_1 + R_{234}$$

$$\frac{1}{R_{234}} =$$

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

$$R_{234} = \frac{2}{3}r$$

$$R_{AB} = 2r + \frac{2}{3}r = 2\frac{2}{3}r \approx 2,66r$$

$$\text{При } r = 6 \text{ Ом, } R_{AB} = 16 \text{ Ом}$$

Пусть сила тока во всей цепи I , на участке с резисторами R_1 это I_1 , на участке R_{234} это I_{234} .

$$\text{Поток: } I = I_1 = I_{234} = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8}{16} = 0,5 \text{ А.}$$

Когда суммарная мощность P во резисторах R_2, R_3 и R_4 равна: $P = I_{234}^2 R = 0,5^2 \cdot \frac{2}{3} \cdot 6 = 0,25 \cdot 4 = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$

$$\text{Ответ: } R_{AB} = 2,66r = 16 \text{ Ом}; \quad P = 1 \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$$

N 3

Дано:

$$\alpha = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

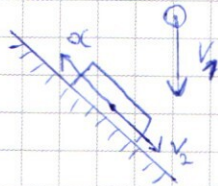
$$T = 0,2 \text{ с}$$

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

$$V_1 = ?$$

$$V_2 = ?$$

Решение



Скорость вертикального перемещения тела

в любой момент времени равна:

$$V = V_0 + gt, \text{ где } V_0 - \text{начальная}$$

скорость тела, t - время падения.

$$V_1 = 0 + 10 \cdot 0,2 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Перед созданием бруска останавливается в время создания,
 Значит перед этим его скорости $v_1 = 0$

Ответ: $v_1 = 2 \frac{m}{s}$, $v_2 = 0$

Дано:

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

$$S = 1,8 \text{ км}$$

$$g = 10 \frac{m}{s^2}$$

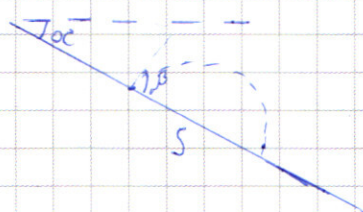
$$\beta = ?$$

$$L = ?$$

СИ

1800 м

N2
 Решение



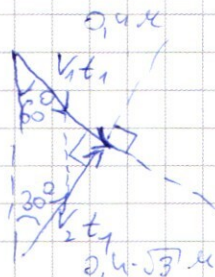
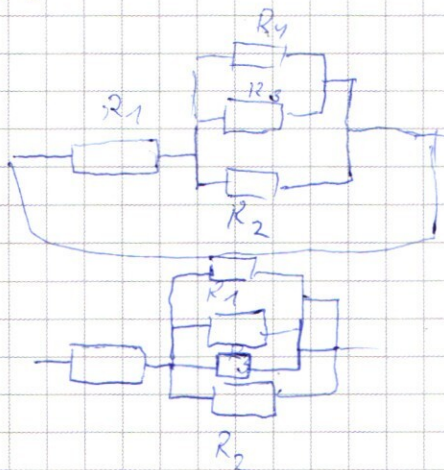
Поскольку угол 90° . Значит $\beta = 90^\circ$.

Ответ:

Наибольшее время
 скольжения
 если угол к вер-

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$S = vt$$



$$t_1 = \frac{S}{V}$$

$$\frac{V_1 t_1}{L} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{8 \cdot t_1}{0,8} = \frac{1}{2}$$

$$\frac{V_2 t_1}{L} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$10 t_1 = 0,5$$

$$t_1 = 0,05 \text{ c}$$

$$\sqrt{3}$$

$$\frac{289}{100} = 2,89$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 14 \\ \hline 289 \end{array}$$

$$10000$$

$$\frac{V_1 t_1}{L} \cdot \frac{V_2 t_1}{L} = \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \quad 0,4 \text{ м}$$

$$\frac{V_1 t_1}{L} \cdot \frac{L}{V_2 t_1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{V_2 \cdot 0,05}{0,8} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V_2 = \frac{0,8 \sqrt{3}}{0,1}$$

$$V_2 = 8\sqrt{3}$$

$$V_2 = 8\sqrt{3}$$

$$\frac{V_1 t_1}{L} = \frac{1}{2}$$

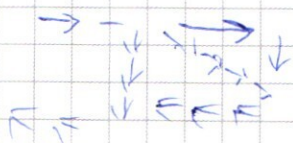
$$\frac{V_2 t_1}{L} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{8 \cdot t_1}{800} = \frac{1}{2}$$

$$t_2 = \frac{800 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 80} = 5\sqrt{3}$$

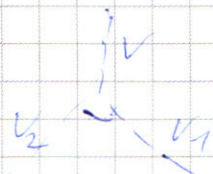
$$\frac{V_2 \cdot 50}{800} = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$t_1 = \frac{800}{8 \cdot 2} = 50 \text{ c}$$



$$I = I_1 = I_{204}$$

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



$$I = \frac{6}{10} = 0,54$$

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = 2m_1 V$$

$$\frac{m V_1^2}{2} + \frac{m V_2^2}{2} = \frac{2m V^2}{2} + Q \quad 0,54 \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

$$m \cdot 30 + m \cdot V_2 = 2m \cdot 25$$

$$m(30 + V_2) = 2m \cdot 25$$

$$30 + V_2 = 50$$

$$V_2 = 20 \frac{m}{c}$$

$$\sqrt{m^2 V_1^2 + m^2 V_2^2} = 2m V$$

$$\sqrt{m^2 (V_2^2 + 900)} = 2m V$$

$$\sqrt{V_2^2 + 900} = 250$$

$$V_2^2 + 900 = 2500$$

$$V_2^2 = 1600$$

$$V_2^2 = 40$$

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 25 \\ \hline 125 \\ 500 \\ \hline 625 \end{array}$$

$$625 = C \Delta t$$

$$C = \frac{625}{1,35}$$

$$N \neq 4$$

$$N = \frac{1}{t} \frac{Q_{\text{ем}}}{C}$$

$$\begin{array}{r} -62500 \\ 54 \\ \hline 35 \\ -31 \\ \hline 40 \\ -27 \\ \hline 130 \end{array} \quad \begin{array}{r} 220 \\ 231,5 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} -62500 \\ 540 \\ \hline 350 \\ -310 \\ \hline 400 \\ -405 \\ \hline -5 \end{array} \quad \begin{array}{r} 135 \\ 1463 \end{array}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = 3$$

$$V_1 = 3V_2$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{4r}$$

$$\frac{Q_{\text{ем}} \cdot V_2}{C \cdot m}$$

$$23 \quad 63$$

$$\frac{1}{R} = \frac{4r + 2}{4r}$$

$$C = \frac{Q}{m \Delta t}$$

$$\frac{8}{3} \cdot 6 = 16 \text{ м}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{6}{4r}$$

$$Q = C \Delta t$$

$$R = \frac{4r}{6} = \frac{2}{3}r + 2r = 2\frac{2}{3}r$$

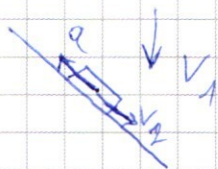
$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{1}{r} + \frac{1}{4r}$$

$$\frac{1}{R_{34}} = \frac{5}{4r}$$

$$R_{34} = \frac{4r}{5}$$

$$\frac{1}{R_{215}} = \frac{5}{4r} + \frac{1}{4r} + 6$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$v_1 = v_0 + g t = 0 + 10 \cdot 0,2 = 2 \frac{m}{s}$$

$$v t \cdot \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = 1$$

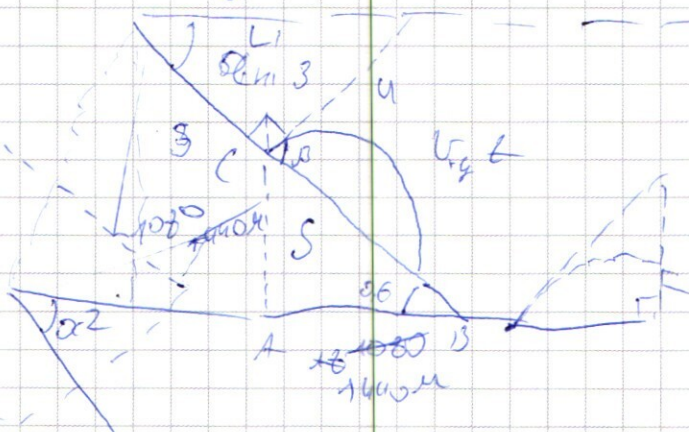
$$\cos \alpha = 1$$

$$v = v_0 - a t$$

$$0 = v_0 + 2 \cdot 0,2$$

$$v_0 = -0,4 \frac{m}{s}$$

$$v_0 = -0,4 \frac{m}{s}$$



$$\frac{AB}{BC} = 0,6$$

$$\frac{AB}{BC} = 0,6$$

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

$$v_x t = 100$$

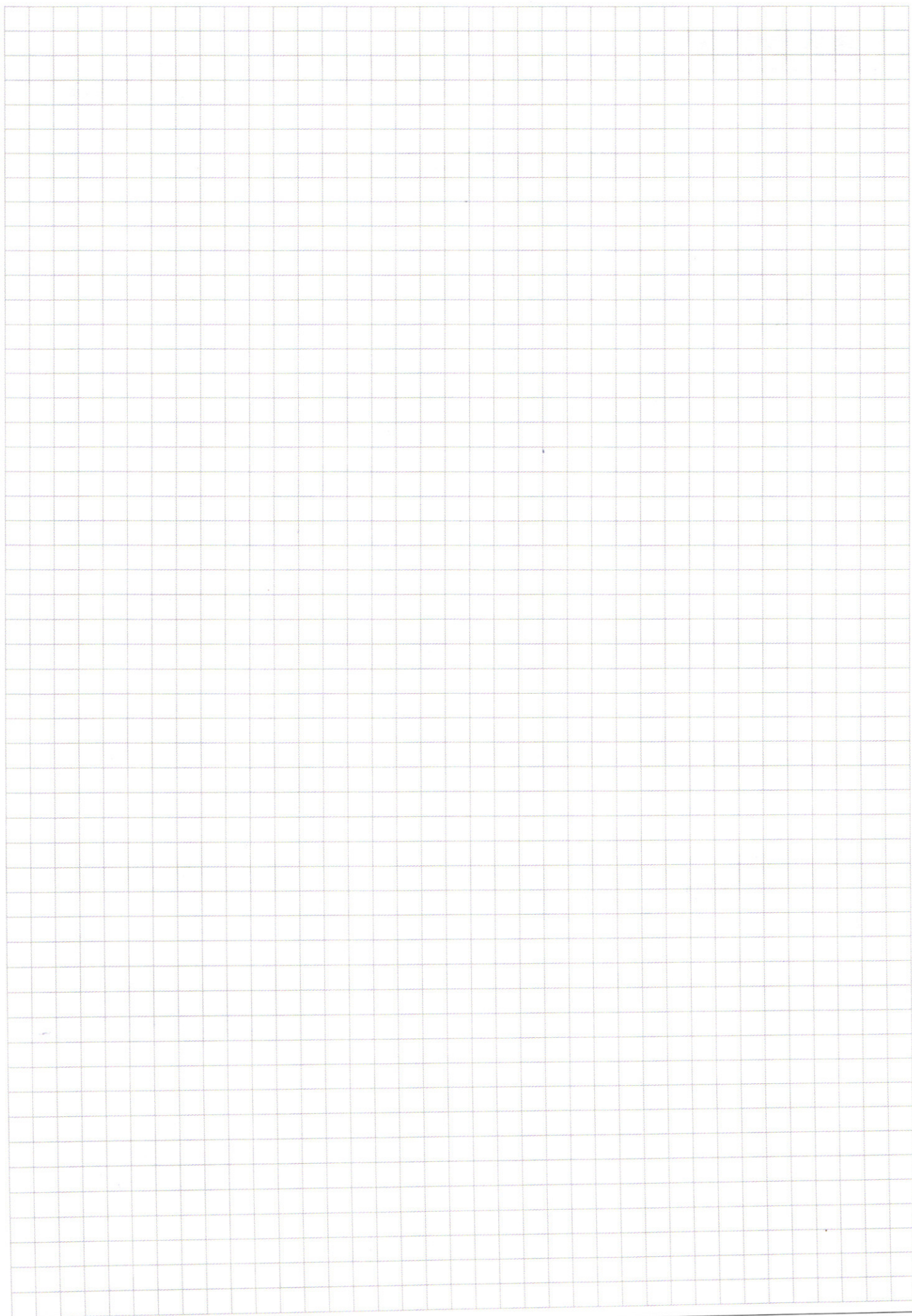
$$AB = 1000 \text{ м}$$

$$1490$$

$$v_y t = 1440$$

$$\sqrt{\frac{1000^2}{t^2} + \frac{1440^2}{t^2}}$$

$$\sqrt{1000^2 + 1440^2} \cdot t =$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



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)

