

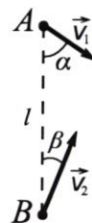
Олимпиада «Физтех» по физике, 9 класс

Класс 09

Вариант 09-02

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.

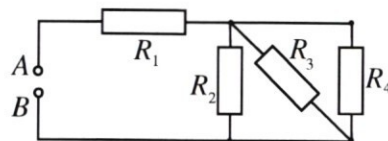
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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.

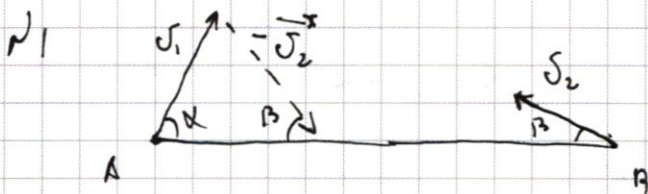
5. Четыре резистора соединены как показано на рисунке. Сопротивления резисторов $R_1 = 2 \cdot r$, $R_2 = R_3 = 4 \cdot r$, $R_4 = r$. На вход АВ схемы подают напряжение $U = 8$ В.

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



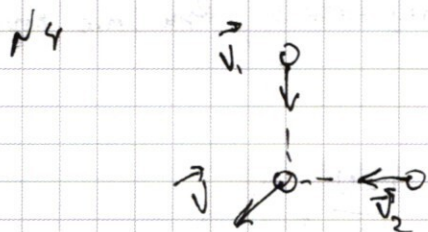
перейдём в СО торпеды, тогда скорость катера в этой СО $\vec{v}_{абс} = \vec{v}_1 + (-\vec{v}_2)$ должна быть в м.В, чтобы они столкнулись; т.к. $\alpha + \beta = 90^\circ \Rightarrow \alpha \Rightarrow v_{абс} = 2v_1$
(катер, идущий под углом 30° = половине широты) $\Rightarrow$ по т. Пифагора

$$4v_1^2 - v_1^2 = v_2^2$$

$$v_2 = \sqrt{3}v_1 = v_1\sqrt{3} = 8\sqrt{3} \frac{м}{с}$$

т.к. расстояние между телами не зависит от выбора СО, то за время T катер пройдёт такое

$$\begin{aligned} s_1 &= v_{абс} \cdot T \quad \text{и расстояние между ними } s = s_1 - l = \\ &= v_{абс} \cdot T - l = 2v_1 \cdot T - l = 2 \cdot 8\sqrt{3} \frac{м}{с} \cdot 25с - 800м = -400м \Rightarrow \text{катер} \\ &\text{недоплывёт до торпеды } 400м \quad \text{Ответ: 1) } v_2 = 8\sqrt{3} \frac{м}{с}; 2) 400м \end{aligned}$$

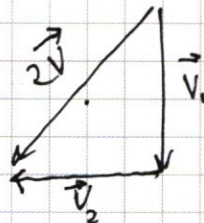


по закону сохр импульса

$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}$$

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}$$

построим вект. треугольник, зная что $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$



Отсюда $V_2^2 = 4V^2 - V_1^2 \neq$

$$V_2 = \sqrt{4V^2 - V_1^2} = \sqrt{(2V-V_1)(2V+V_1)} = \sqrt{(2 \cdot 25 \frac{м}{с} - 30 \frac{м}{с})(2 \cdot 25 \frac{м}{с} + 30 \frac{м}{с})} =$$

$$= \sqrt{20 \cdot 80 \frac{м^2}{с^2}} = 40 \frac{м}{с}$$

При столкновении произойдёт потеря энергии, которая идёт в тепло

$$Q = E_0 - E_1 = \frac{mV_1^2}{2} + \frac{mV_2^2}{2} - \frac{2mV^2}{2}$$

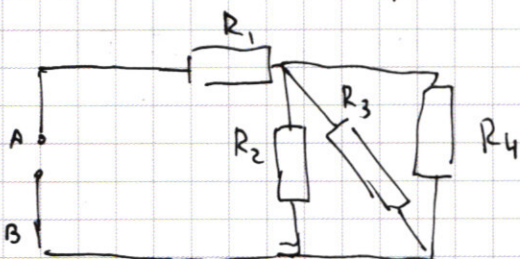
$$4cm \Delta t = mV_1^2 + mV_2^2 - 2mV^2$$

$$4c \Delta t = V_1^2 + V_2^2 - 2V^2$$

$$c = \frac{V_1^2 + V_2^2 - 2V^2}{4 \Delta t} = \frac{(30 \frac{м}{с})^2 + (40 \frac{м}{с})^2 - 2(25 \frac{м}{с})^2}{4 \cdot 1,35 \text{ с}} = \frac{1250 \frac{м^2}{с^2}}{5,40 \text{ с}} \approx 231 \frac{Дж}{кг \cdot \text{с}}$$

Ответ: 1) $V_2 = 40 \frac{м}{с}$
2) $c = 231 \frac{Дж}{кг \cdot \text{с}}$

15



$$R_1 = 2r$$

$$R_2 = R_3 = 4r$$

$$R_4 = r$$

$$U = 8B$$

$$r = 60 \Omega$$

Резисторы R_2, R_3, R_4 соединены параллельно $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} = \frac{3}{2r} \Rightarrow R_0 = \frac{2}{3}r$$

$$R_0 \text{ и } R_1 \text{ соединены послед.} \Rightarrow R_{\text{общ}} = R_0 + R_1 = \frac{2}{3}r + 2r = \frac{8}{3}r$$

$$P_{234} = P_0 = \frac{U_0^2}{R_2} + \frac{U_0^2}{R_3} + \frac{U_0^2}{R_4} = U_0^2 \left(\frac{1}{R_0} \right) \neq$$

U_0 - напр. R_2, R_3, R_4
напряжения равны т.к. параллельно

U_1 - напряжение рез R_1

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_0}{R_0} \text{ т.к. сила тока равна}$$

$$\text{а ещё } U_1 + U_0 = U - \text{пол. соединение}$$

$$\Rightarrow \frac{U - U_0}{R_1} = \frac{U_0}{R_0}$$

$$U - U_0 = U_0 \frac{R_1}{R_0}$$

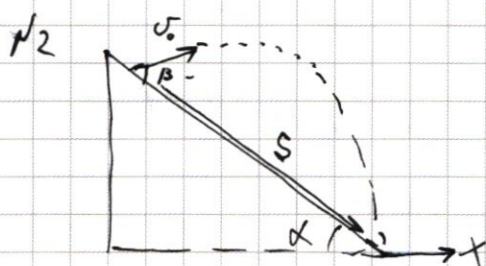
$$U = U_0 \left(1 + \frac{R_1}{R_0} \right)$$

$$U_0 = \frac{U}{1 + \frac{R_1}{R_0}}$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{U^2}{\left(1 + \frac{R_1}{R_0} \right)^2} \cdot \frac{1}{\frac{2}{3}r} = \frac{U^2}{\left(\frac{8}{3}r \right)^2} \cdot \frac{3}{2}r = \frac{U^2}{16r^2} \cdot \frac{3}{2}r = \frac{3U^2}{32r} = \frac{3 \cdot (8B)^2}{32 \cdot 60 \Omega} = 3 \text{ Вт}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Ответ: 1) $R_{\text{доп}} = \frac{8}{3} r$; 2) $P_0 = 36 \text{ Вт}$



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

$$S = 1,8 \text{ м}$$

на ОХ: $v_0 \cos(\alpha - \beta) \cdot t = L \cos \alpha$

$$t = \frac{L \cos \alpha}{v_0 \cos(\alpha - \beta)}$$

т.е. при $\cos \alpha_{\text{max}}$

$$\cos \alpha_{\text{max}} = 1$$

$$\cos 0^\circ = 1 \Leftrightarrow \cos(\alpha - \beta) = 1 \Rightarrow \alpha = \beta$$

Заменим 3 см

$$m \frac{v_0^2}{2} = mgH = mgS \cdot \sin \alpha$$

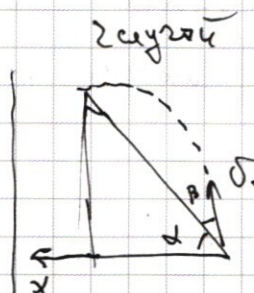
$$v_0 = \sqrt{2gS \sin \alpha}$$

для горизонтальных бросков справедливо:

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

если L_{max} , то $\sin(2\alpha)_{\text{max}} = 1 \Rightarrow$

$$\Rightarrow L = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{2gS \sin \alpha}{2g} = S \sin \alpha = 1,8 \cdot 10^3 \text{ м} \cdot 0,6 = 1080 \text{ м}$$

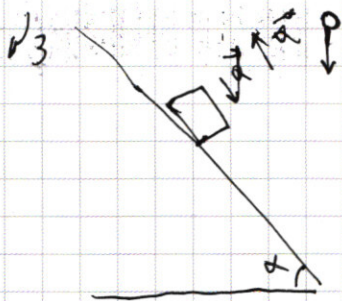


$$v_0 \cos(\alpha + \beta) \cdot t = L \cos \alpha$$

$$t = \frac{L \cos \alpha}{v_0 \cos(\alpha + \beta)}$$

$$\cos(\alpha + \beta) \neq 1$$

$\Rightarrow$ подходит только 1 случай



$$T = 0,2 \text{ c} \quad a = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

т.к у шарика свободный падёт, то $V_1 = gT = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Ответ: ~~$V_1 = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$~~

в момент спуска кин N на стол $\uparrow\uparrow \Rightarrow$

Зсе можно писать только на опред. ось

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

1

В со 1. морпедн.

abc уезжает в м.в. чтобы столкн.

$40_1^2 - 0_1^2 = 30_1^2$
 $0_2 = \sqrt{30_1^2} = 5,53$

$\vec{Q} = (mg - ma) \cdot \Delta t$
 $\vec{Q}_1 = 2mg$

$t \cdot 0_0 \cos(\beta - \alpha) = L \cos \alpha$
 $L = \frac{0_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{2g}$

через 25с морпедн. пройдет $S = 0_0 \Delta t \cdot T$
 значит $S_1 = S - l = 20_1 - 1$

$\vec{ma} = m\vec{g} + \vec{Q}$
 $\vec{F}_{at} = m\vec{v}$

$S, \sin \alpha = 0,6$
 $\vec{ma} \cdot \Delta t = m \Delta v$

$0_0 \cos \beta \cdot t = L$
 $\Rightarrow t = \frac{S}{0_0 \sin \beta \cos \beta} \Rightarrow \sin \rightarrow 1$

$0_0 \cos(\beta - \alpha) \cdot t = S \cos \alpha$
 $\beta = \alpha$
 $0_0 = \frac{S \cos \alpha}{t}$

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

$S^2 = \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2 = 0_0 t$
 $0_0 = \sqrt{2g h}$

$2mg + \vec{F}_{at} + \vec{N} = 0$
 $0_2 \cos \alpha \cdot m = 0_1$

$\vec{F}_m + \vec{N} + m\vec{g} = m\vec{a}$
 $(\beta - \alpha)$
 $\alpha - \beta$

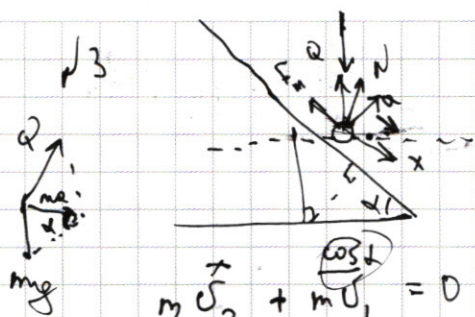
$\vec{Q} = m\vec{g} - m\vec{a}$
 $\vec{Q}_1 = 2mg$

$\vec{F}_{at} = m\vec{v}$
 $\vec{F}_{at} = m\vec{v}$

$\frac{gt^2}{2} = \alpha H$
 $b = \dots$

$\cos \beta = 1 \Rightarrow$
 $\frac{0_0^2}{2} = gH$

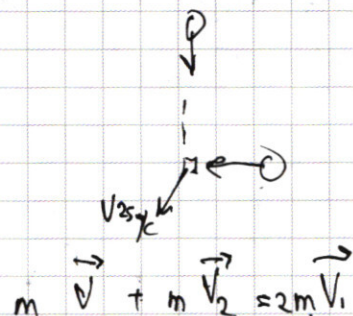
$2mg + \vec{F}_{at} + \vec{N} = 0$



$$m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1 = 0$$

с. 10

N4



$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{v}$$

$$2cm\Delta t = Q$$

$$Q = E_0 - E_1$$

300

$$v_0^2 =$$

$$V_1 = gt = 20 \text{ м/с}$$

$$m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1 = 0$$

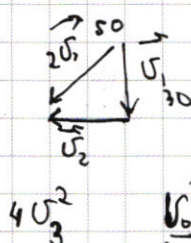
$$m\vec{v}_2 + m\vec{v}_1 = 0$$

$$\vec{v}_2 + \vec{v}_1 = 0$$

$$v_{2x} + v_{1x} = 0$$

$$Q + m\vec{g} = m\vec{a}$$

$$F_{\text{тр}} + mg \cos \alpha = ma$$



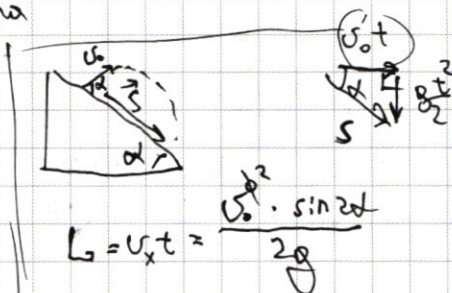
$$4v_3^2$$

$$\frac{v_0^2}{2g}$$

$$25 \sin \alpha = gt^2$$

$$t = \sqrt{\frac{25 \sin \alpha}{g}}$$

$$s^2 = v_0^2 t^2 + g^2 t^4$$

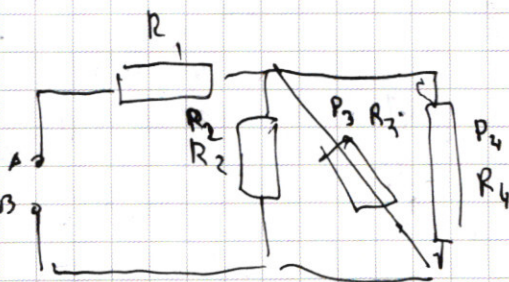


$$\sqrt{\frac{5^2}{t^2} - \frac{g^2 t^2}{4}} = v_0$$

$$1600 = 4t^2$$

$$12 \sqrt{135} \sqrt{4} \sqrt{540}$$

N5



$$R_1 = 2r \quad R_2 = 4r = R_3$$

$$R_4 = r$$

$$U = 8B$$

$$\frac{25}{125} \times \frac{50}{625}$$

$$1250$$

$$900 + 1600 = 1250$$

$$2500 - 1250 = 1250$$

$$R_0 \cdot s_4 = \frac{4r^2}{5r} = 0,8r$$

$$\frac{1}{R_{234}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2r} + \frac{1}{r} = \frac{3}{2r}$$

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

$$R_0 s_4 = R_{234} + \frac{2}{3}r = \frac{8}{3}Rr$$

$$P_0 s_3 = P_2 + P_3 + P_4 =$$

$$\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_0} =$$

$$\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_0}$$

$$U_1 + U_2 = U$$

$$U_1 = U - U_2$$

$$\frac{U - U_2}{R_1} = \frac{U_2}{R_0}$$

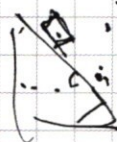
$$U = U_2 + \frac{U_2}{R_0}$$

$$U_2 = \frac{U}{1 + \frac{R_1}{R_0}} =$$

$$\frac{12500 \cdot 54}{108} \cdot \frac{1}{1231}$$

$$\frac{120}{162} = \frac{20}{27}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$m(a \Delta t) =$$

$$a v_1 = v + at$$

$$ma \Delta t = 2m \cdot m v_2 + m v_x$$

$$a \cdot \Delta t \quad \Delta v$$

$$v_2 = \frac{v}{2}$$

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

$$v_2 = v_2 + v_x$$

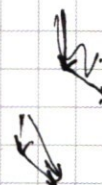
$$2v_2 = v_x$$

$$F_{fr} \Delta s = \frac{m v_1^2}{2} + m g s \cdot \sin \alpha - \frac{m v_2^2}{2}$$

$$F_{fr} \Delta V =$$

$$m a \cdot \Delta t = v_1 \cdot \cos \alpha$$

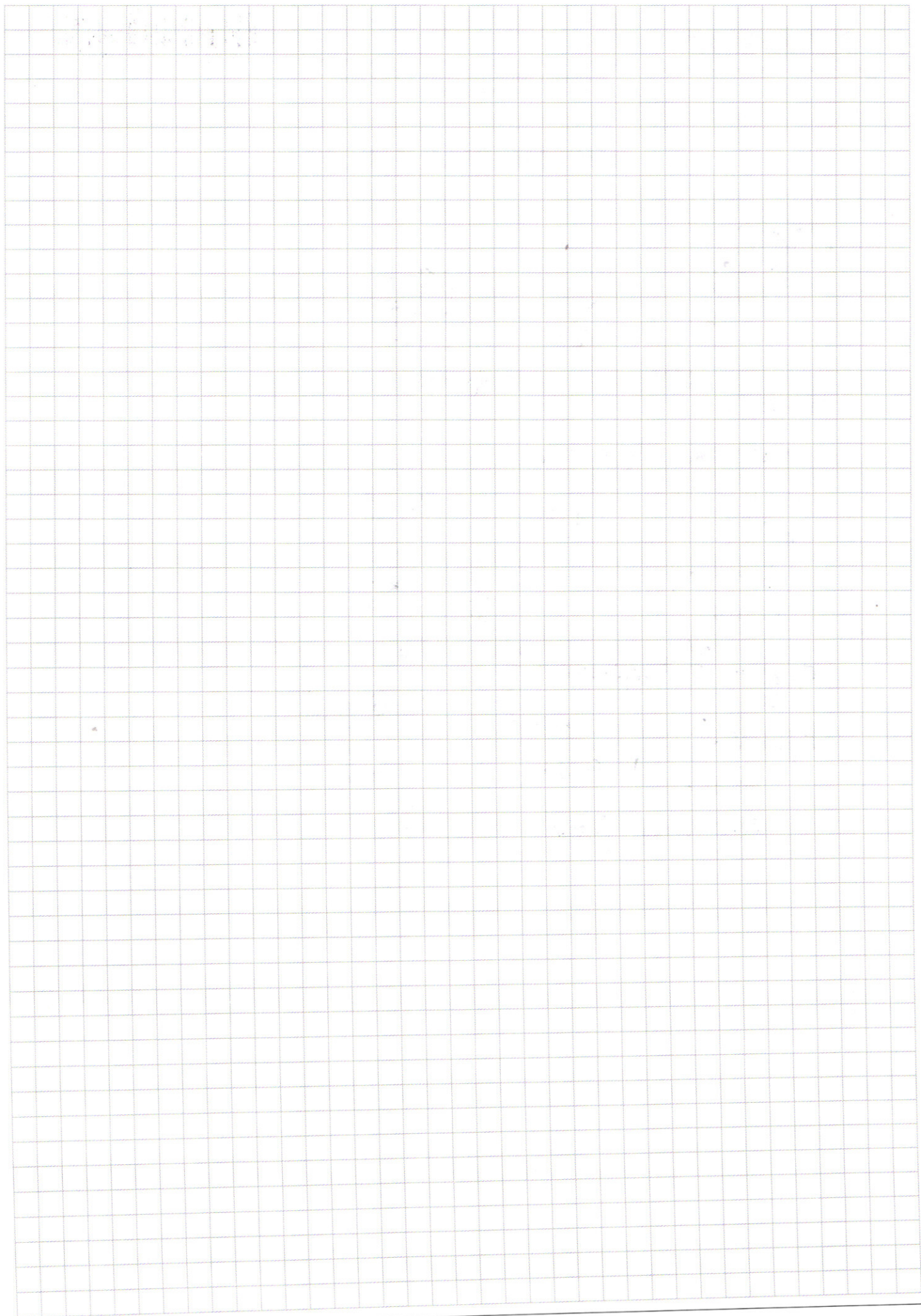
$$32.25 = 800 \cdot \frac{v_1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$



$$\frac{8 \cdot \sqrt{2} \cdot \sqrt{2}}{2} = (12) \text{ m/s}$$

$$\frac{8}{20 \cdot 10}$$

$$16 \text{ m/s}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



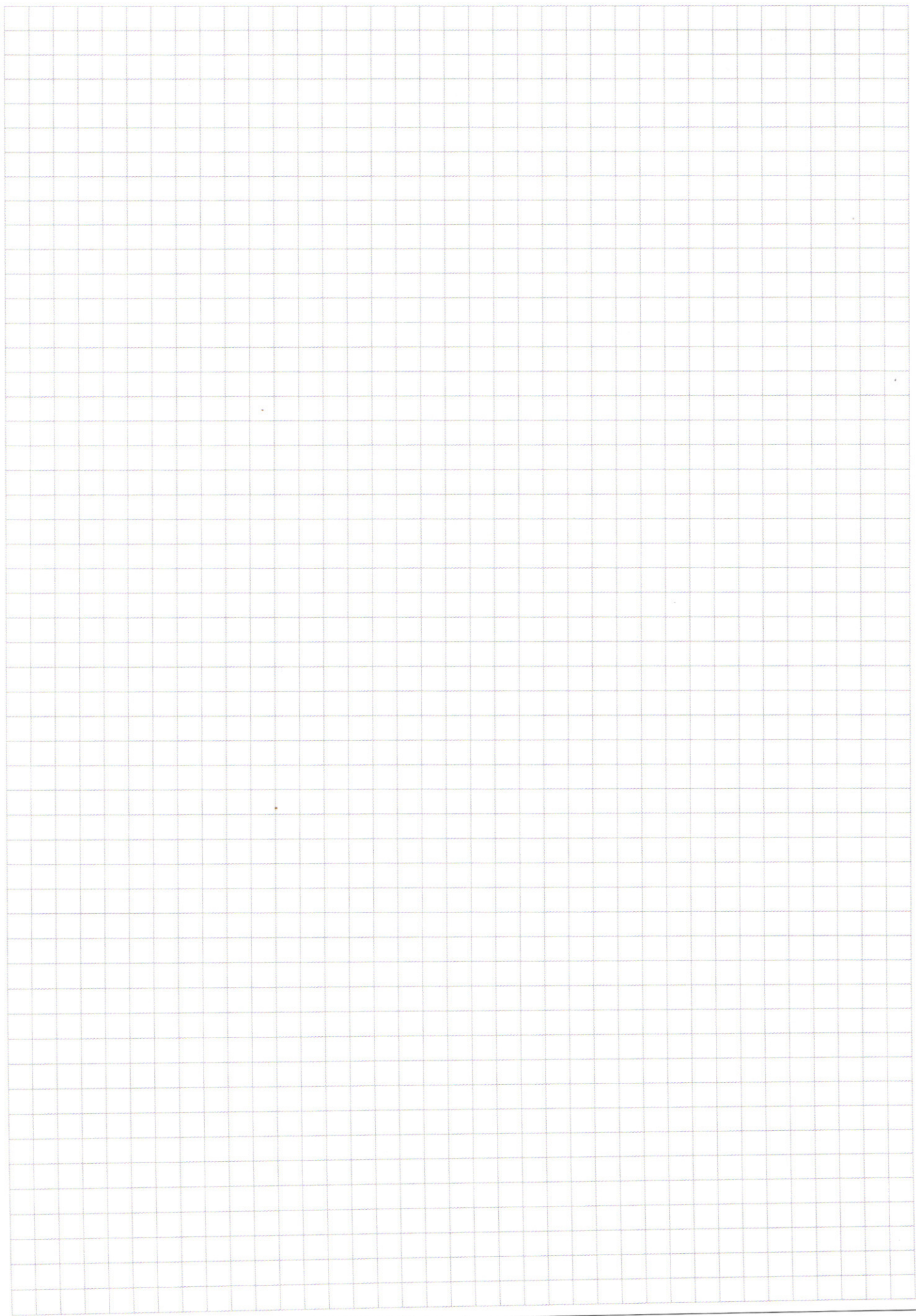
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)