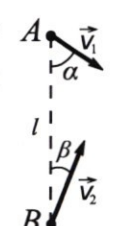


Олимпиада «Физтех» по физике, ф

Класс 09

Вариант 09-02

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

- ✓ 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.

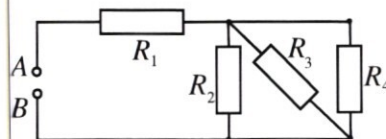
Быстрые процессы торможения бруска и деформации пластины заканчиваются одновременно. В этих процессах действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.

- ✓ 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?



$$1,7 \cdot 1,7 = (1+0,7)(1+0,7) = 1+0,7+0,7+0,7^2 =$$

$$= 2,99$$

$$8 \cdot 1,7 = 8 + \frac{8 \cdot 7}{10} = 8 + 5,6 = 13,6$$

$$C_{at} = 25^2 - \frac{30^2}{2} - \frac{40^2}{2}$$

$$2C_{at} = 2 \cdot 25^2 - 30^2 - 40^2$$

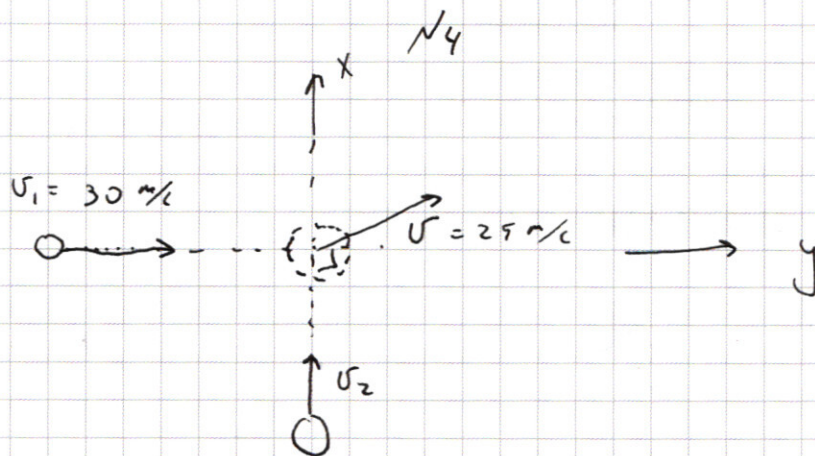
$$2 \cdot 2 \cdot C_{at} = 2 \cdot 625 \quad \begin{matrix} 11 \\ 900 \end{matrix} \quad \begin{matrix} 11 \\ 1600 \end{matrix} \quad 1250$$

$$C = \frac{625}{2 \cdot 1,35} - \frac{450}{2 \cdot 1,35} - \frac{800}{2 \cdot 1,35}$$

$$\begin{array}{r} 11 \\ \times 135 \\ 3 \\ \hline 405 \\ 540 \\ + 270 \\ \hline 810 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 62500 \\ - 540 \\ \hline 8500 \\ 810 \\ 600 \\ 540 \\ 60 \end{array} \quad \begin{array}{r} 135 \\ \hline 464 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 2 \\ \times 1500 \\ : 0,64 \\ \hline : 6000 \\ : 9000 \\ \hline 960 \end{array}$$



скорость слияния
частиц
по оси y

$$Oy: m \cdot v_1 + m \cdot 0 = 2m \cdot v_y$$

$$v_1 = 2v_y$$

$$v_y = \frac{v_1}{2} = 15 \text{ м/с}$$

$$Ox: m v_2 + m \cdot 0 = 2m v_x \leftarrow v \text{ слияния по } x.$$

$$v_2 = 2v_x$$

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 25 \text{ м/с}$$

$$v_x^2 = 25^2 - 15^2$$

$$v_x^2 = 400$$

$$v_x = 20$$

$$v_2 = 2v_x = 40 \text{ м/с}$$

$$2 C m \Delta t = - \left(\frac{2m \cdot v^2}{2} - \left(\frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} \right) \right)$$

$$C = \frac{635}{2 \cdot 1,35} \approx \frac{464,4}{2} = 232,2$$

Ответ: $v_2 = 40 \text{ м/с}$ $C \approx 232,2 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$

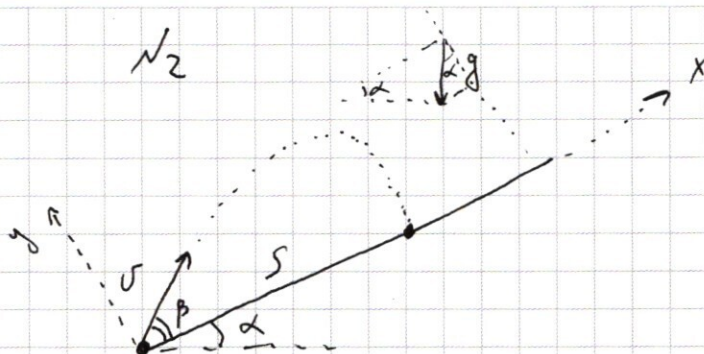
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$S = 1,8 \text{ км}$$

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



Найти:

Запишем ур-е движения тела:

$$\beta \mid t_{\text{пол}} = \max$$

$$L_{\max} \mid \alpha = 0$$

$$h = v \sin \beta t - \frac{g t^2 \cos \alpha}{2}$$

$$S = v \cos \beta t - \frac{g \sin \alpha t^2}{2}$$

$$t_{\text{пол}} = \frac{2 v_0}{g} = \frac{2 v \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad - \text{ время полета}$$

~~$$S = \frac{2 v^2 \sin^2 \beta}{g \cos \alpha} - \frac{2 v^2 \sin \beta}{g \cos \alpha}$$~~

$t_{\text{пол}}$ максимально при $\sin \beta$ максимальном

, т.е. $\sin \beta = 1$

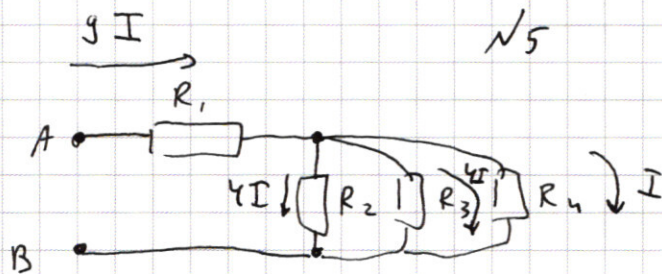
$$\beta = 90^\circ$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}} = t_{\text{пол}} = \sqrt{\frac{2S}{g}}$$

$$\frac{2 v \sin \beta}{g \cos \alpha} = \sqrt{\frac{2S}{g \sin \alpha}}$$

$$v = \frac{g \cdot \sqrt{2S} \cdot \sqrt{1^2 - \sin^2 \alpha}}{2 \sqrt{g \sin \alpha}}$$



$$R_{AB} = R_1 + \frac{1}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = 2r + \frac{1}{\frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}} =$$

$$= 2r + \frac{1}{\frac{3}{2r}} = 2r + \frac{2r}{3} = 2,6r$$

Рассчитаем ток $I_4 = I$

тогда, $I_3 = I_2 = 4I$, т.к. сопротивления
равны, а сопротив. в 4 раза меньше.

$$I_1 = 2 \cdot 4I + I = 9I$$

$$9I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{8}{\frac{8}{3}r} = \frac{3 \cdot 8}{8r} = \frac{3 \cdot 8}{8 \cdot 6} = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ A}$$

$$\sum P = P_2 + P_3 + P_4 = \cancel{I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3 + I_4^2 R_4} (9I)^2 \cdot \frac{1}{\frac{1}{4r} + \frac{1}{4r} + \frac{1}{r}} =$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \frac{8r}{3} = \frac{2 \cdot 6}{3} = 4 \text{ Вт}$$

Ответ: $R_{AB} \approx 2,6r$; $P_{\text{умощ}} = 4 \text{ Вт}$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1

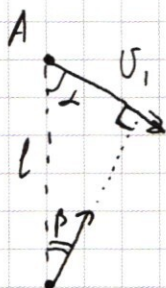
Дано: $l = 0,8 \text{ км}$

$v_1 = 8 \text{ м/с}$

$\alpha = 60^\circ$

$\beta = 30^\circ$

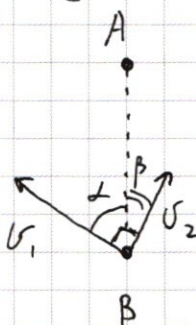
v_2 неизвестно



Найти:

v_2 , S | $T = 25 \text{ с}$

Перейдем в С.О. А:



Чтобы течение не несло
вправо, лодка должна
иметь скорость течения
равна 0.

$$v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$$

$$v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = 8 \cdot \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = 8 \cdot \sqrt{3} \approx 13,6 \text{ м/с}$$

$$S = l - (v_1 \cos \alpha + v_2 \cos \beta) T$$

$$S = 800 - \left(8 \cdot \frac{1}{2} + 8 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \cdot 25 = 800 - (4 + 12) \cdot 25$$

$$S = 800 - 400 = 400 \text{ м}$$

Ответ: $v_2 = 13,6 \text{ м/с}$

$$S = 400 \text{ м}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Дано:

$$a = 2 \text{ м/с}^2$$

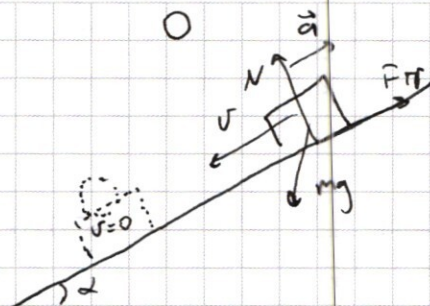
$$T = 0,2 \text{ с}$$

Найти:

$$v_1$$

$$v_2$$

$\sqrt{3}$

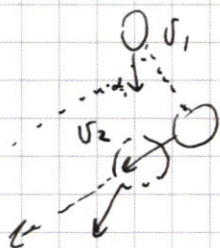


$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

$$F = ma$$

$$F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha = ma$$

$$\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha = a$$



$$v_1 = \frac{gT^2}{2} = 5 \cdot 0,2 \cdot 0,2 = 5 \cdot \frac{2 \cdot 2}{100} = \frac{20}{100} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ м/с}$$

$$mv_1 \sin \alpha + mv_2 = 2m \cdot 0$$

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

Момент импульса равен 0

$$\sin \alpha = 0 \quad \vee \quad v_2 = 0$$

Ответ: $v_1 = 0,2 \text{ м/с}$ $v_2 = 0 \text{ м/с}$

№2 упрощаем.

$$v = \frac{\sqrt{gS} \cdot \sqrt{1^2 - \sin^2 \alpha}}{\sqrt{2 \sin \alpha}}$$

$$v^2 = \frac{gS - gS \sin^2 \alpha}{2 \sin \alpha} = \frac{18000 - 18000 \cdot 0,36}{2 \cdot 0,6} =$$

$$= \frac{18000 \cdot 0,64}{2 \cdot 0,6} = 15000 \cdot 0,64$$

$$L_{\max} = v \cdot \cos 45^\circ \cdot t_1$$

$$v \sin 45^\circ t_1 - \frac{gt_1^2}{2} = 0$$

$$t_1 = \frac{2v \sin 45^\circ}{g}$$

$$L_{\max} = \frac{2v^2 \cdot \sin 45^\circ \cdot \cos 45^\circ}{g} = \frac{v^2}{g} = 1500 \cdot 0,64$$

$$L_{\max} = 960 \text{ м}$$

Ответ: $\beta = 90^\circ$ $L_{\max} = 960 \text{ м}$



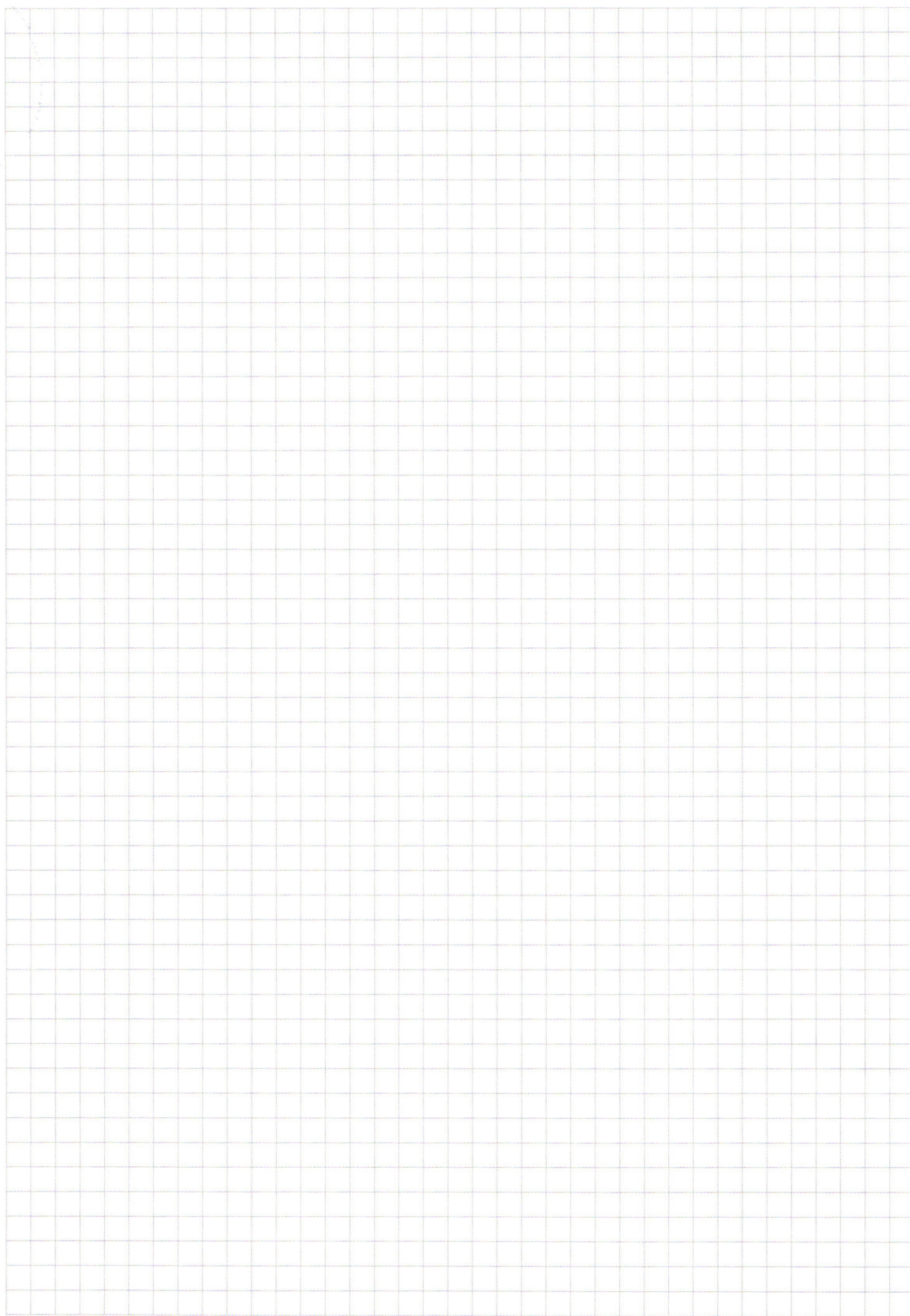
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)



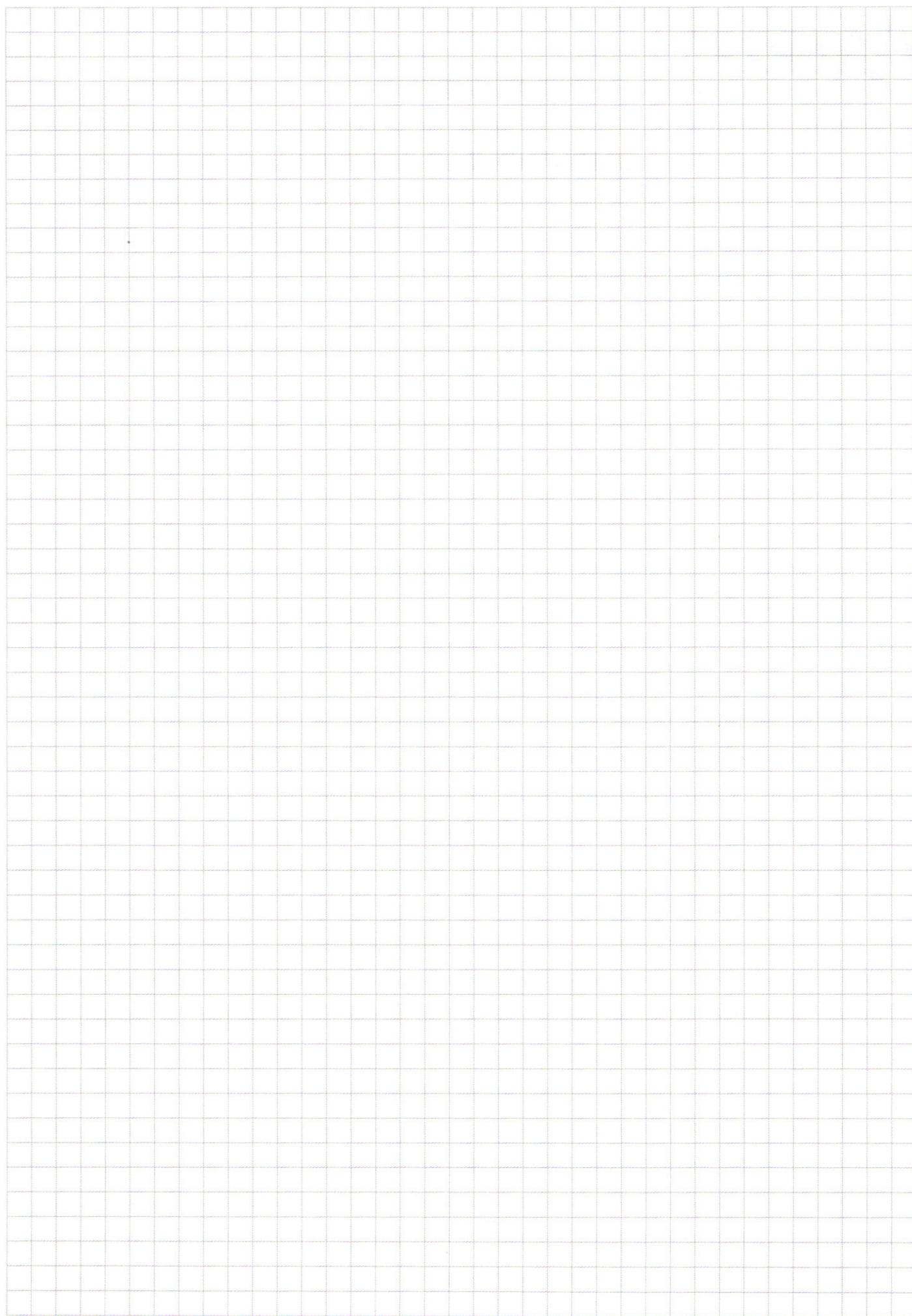
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«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)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$C \cdot 2m \cdot \Delta t = \frac{m v_1^2}{2} + \frac{m v_2^2}{2} - \frac{2m \cdot v^2}{2}$$

$$2 \Delta t \cdot C = \frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} - \frac{v^2}{1}$$

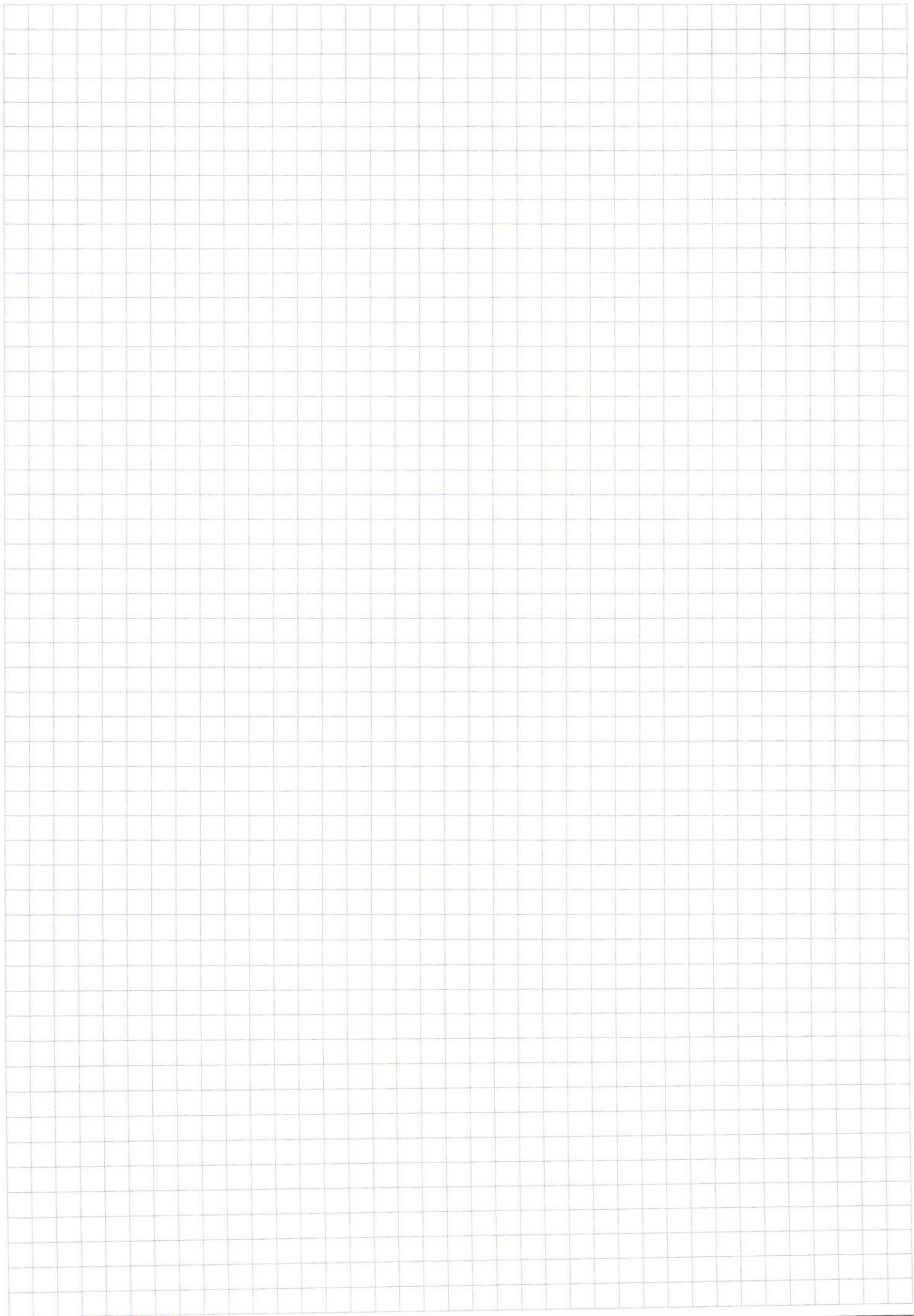
$$C = \frac{v_1^2}{4 \Delta t} + \frac{v_2^2}{4 \Delta t} - \frac{v^2}{2 \Delta t}$$

$$C = \frac{30^2}{2 \cdot 2,7} + \frac{40^2}{2 \cdot 2,7} - \frac{25^2}{2,7}$$

$$\frac{30 \cdot 30}{2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0,1} = \frac{50}{0,3} + \frac{40 \cdot 40}{2 \cdot 3 \cdot 3 \cdot 0,3} + \frac{25 \cdot 25}{2,7}$$

//

$$\frac{800}{9 \cdot 0,3}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)