

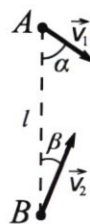
Олимпиада «Физтех» по физике, с

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. 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.

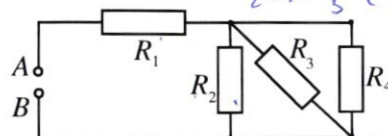
- 1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

- 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?



$$v_1 = \frac{v_2}{2} \sin \alpha$$

$$v_1 = \frac{v_2}{2} \cos \alpha$$

$$\frac{v_2 + v_1}{2} = v_{\text{пл.}}$$

$$\frac{v_2 + v_1}{2} = v_{\text{пл.}}$$

$$\frac{v_2}{2} + \frac{v_1}{2} \sin \alpha = \frac{v_1}{2} \cos \alpha$$

$$\frac{v_2}{2} + v_1 = \frac{v_1}{2} \cdot \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{1}{2m}$$

$$25 = g \cos \beta \cos \alpha t^2 + g \sin \alpha t^2$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g(0.8 \cos \beta + 0.6)}}$$

$$2S = gt^2 (\cos \beta \cos \alpha + 0.6)$$

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

$$t = \sqrt{\frac{2S}{0.6g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 7.35}{0.6 \cdot 9.81}} = 1.27 \text{ s}$$

$$\beta = 90^\circ$$

$$v_0 = \frac{20 \cdot 9.81 \cdot 0.2}{2} = 196.2$$

$$30^2 + 40^2 = 50^2$$

$$2v_0 \sin \beta = g \cos \alpha t$$

$$18 \cdot \frac{0.6}{2.0} = \frac{g \cos \alpha t}{2 \sin \beta}$$

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

$$\beta > 0$$

$$2S = gt^2 (\cos \alpha \cos \beta - \sin \alpha)$$

$$t = \sqrt{\frac{2S}{g(0.8 \cos \beta - 0.6)}}$$

$$0.8 \cos \beta = 0.6$$

$$\cos \beta = \frac{0.6}{0.8} = 0.75$$

$$\beta = \arccos(0.75) = 41.5^\circ$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2 \cdot 25 \cdot g \sin \beta}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

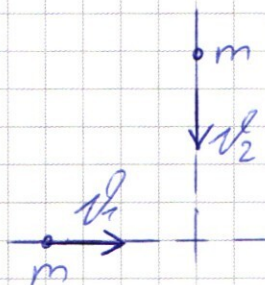
✓✓

$v_2 = ?$; $c = ?$

$$v_1 = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

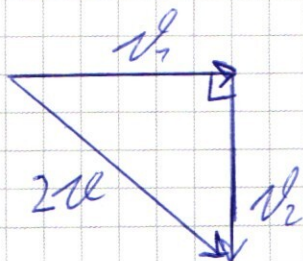
$$\Delta t = 1,35 \text{ нс}$$

$$v = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



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

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



Т. Пифагора: $v_1^2 + v_2^2 = 4v^2 \Leftrightarrow$
 $v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Для данных двух шариков запишем ЗСИ

с учетом переломов: (можно сделать, т.к. представляется себе)

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + Q \Leftrightarrow Q = \frac{m}{2}(v_1^2 + v_2^2 - 2v^2)$$

$Q_1 = m_1 c \Delta t$; $Q = 2m \cdot c \cdot \Delta t$ - т.к. т перед одинаковыми слагаемыми

$$2c\Delta t = \frac{1}{2}(v_1^2 + v_2^2 - 2v^2) \Leftrightarrow c = \frac{1}{4\Delta t}(v_1^2 + v_2^2 - 2v^2) \approx 237 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$$

Ответ: $v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $c = \frac{v^2}{2\Delta t} = 231 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$

№5.

$R_{AB}=?; P=?$

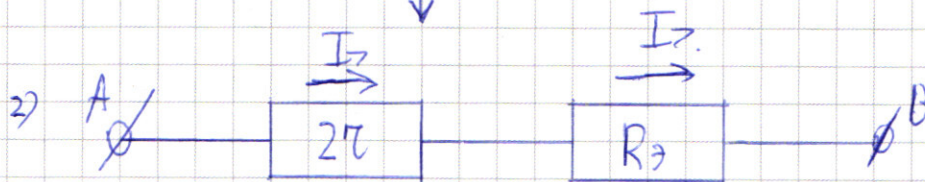
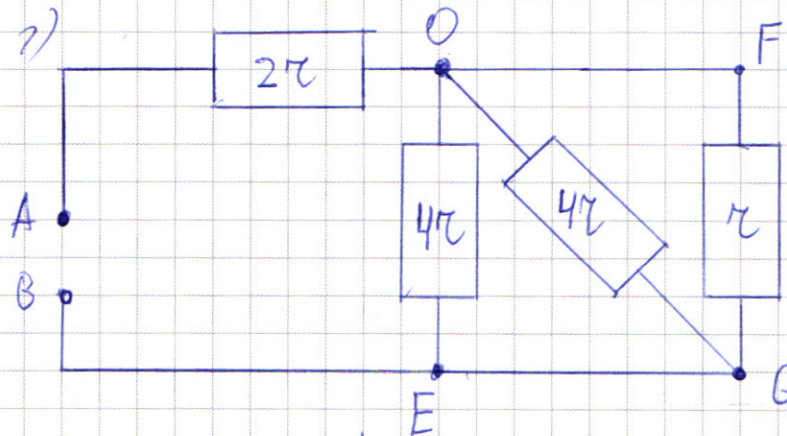
$$U = 8 \text{ В}$$

$$R_1 = 2 \Omega$$

$$R_2 = R_3 = 4 \Omega$$

$$R_4 = 1 \Omega$$

$$\Omega = 6 \Omega$$



Хочу заметить, что точки O и F — равнопотенциальные, равно как и E и G, поэтому сопротивление R_4 — нулевка сложн. схемы. Между точками O и E падает напряжение U_1 . Тогда $R_{3\text{экв}} = \frac{1}{\frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{4\Omega} + \frac{1}{1\Omega}} = \frac{2}{3}\Omega$, ~~то есть результирующее сопротивление между O и E.~~

$$\text{Тогда } R_{AB} = 2\Omega + R_{3\text{экв}} = 2\Omega + \frac{2}{3}\Omega = \frac{8}{3}\Omega = 16\Omega.$$

Заметим, что удельная рассеиваемая мощность на первом резисторе складывается из R_1 и $R_{3\text{экв}}$. $I = \frac{U}{R}$. $P_i = I \cdot U = I^2 R$. $\rho \quad I_1 = \frac{U}{R_{AB}}$.
 $P = I_1^2 \cdot R_{3\text{экв}} = \frac{U^2}{R_{AB}^2} \cdot R_{3\text{экв}} = U^2 \frac{\frac{2}{3}\Omega}{(\frac{8}{3}\Omega)^2} = \frac{3 \cdot U^2}{32 \cdot 4} = 10 \text{ Вт.}$

$$\text{Итого: } R_{AB} = \frac{8}{3}\Omega = 16\Omega; P = \frac{3}{32} \cdot \frac{U^2}{\Omega} = 1 \text{ Вт.}$$

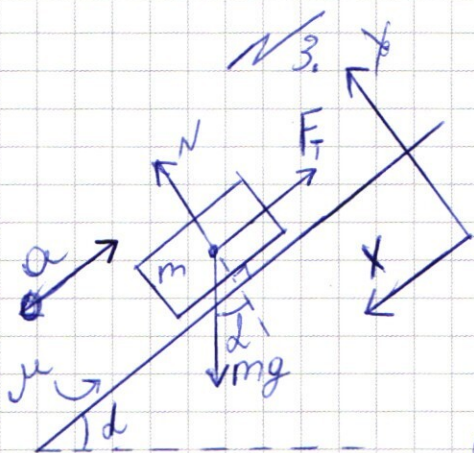
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$v_1 = ?; v_2 = ?$$

$$a = 2 \frac{M}{c^2}$$

$$T = 0,2 \text{ c}$$

$$g = 10 \frac{M}{c^2}$$



В ЛАБ. СО:

для блока:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$OX: ma = F_f - mg \sin \alpha$$

$$OY: N = mg \cos \alpha$$

П. к. блок скользит, то
 $F_f = F_{f \max} = \mu N$

$$\mu mg \cos \alpha = m(a + g \sin \alpha) \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow \mu \cos \alpha = \frac{a}{g} + \sin \alpha \quad (1)$$

Поскольку соударение происходит очень быстро, то можно записать ЗИ прямо перед ударом

сразу после него для бильярдных шаров:

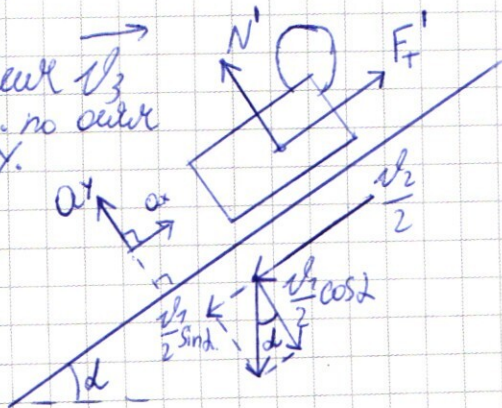
$$m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = 2m\vec{v}_3 \Leftrightarrow \vec{v}_3 = \frac{1}{2}(\vec{v}_1 + \vec{v}_2)$$

П. д. $\vec{v}_3$ - скорость получившейся врез. удара тела сразу после удара.

Поскольку шарик до удара свободно падает с нулевой начальной скоростью, то $v_1 = gT$.

$$v_1 = gT$$

Разложим $\vec{v}_3$ на составляющие по осям x и y .



П. е., получая, что тело сразу после удара приобретает скорость $-\frac{v_1}{2} \cos \alpha$ по OY и $\frac{v_1}{2} + \frac{v_1}{2} \sin \alpha$ по OX .



Потом как у тела найдется скорость,
направленная перпендикулярно скорости
вида, то сила реакции опоры
можно возразить, причем $N' \gg mg \cos \alpha$.
и $F_T \gg mg \sin \alpha$. Из-за этого тело за время
каждый протекшем времени Δt оторвется?

Для тела:

$$\sum \vec{F} = 2m\vec{a}$$

$$OY: N' = 2ma_y \Leftrightarrow a_y = \frac{N'}{2m}$$

$$OX: F_T = 2ma_x, \text{ т.е. в этом направлении происходит скольжение. Число } \mu \text{ есть, но } F_T = \mu N'.$$

$$a_x = \frac{\mu N'}{2m}. \text{ Из ур. движения за } \Delta t: \frac{v_1}{2} \cos \alpha = a_x \Delta t = \frac{\mu N'}{2m}.$$

$$\frac{v_1}{2} \sin \alpha + \frac{v_2}{2} = a_x \Delta t = \frac{\mu N'}{2m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu v_1 \cos \alpha = v_1 \sin \alpha + v_2 \quad (1)$$

$$\left(\frac{a}{g} + \sin \alpha\right) v_1 = v_1 \sin \alpha + v_2 \Leftrightarrow v_2 = v_1 \frac{a}{g} = aT$$

$$v_1 = gT = 2 \frac{M}{c}; \quad v_2 = aT = 0,4 \frac{M}{c}.$$

$$\text{Ответ: } v_1 = gT = 2 \frac{M}{c}; \quad v_2 = aT = 0,4 \frac{M}{c}.$$

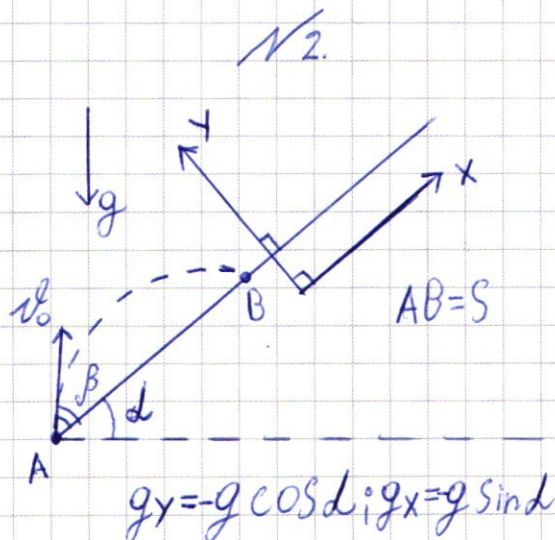
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

β -?: L -?

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

$$S = 1,8 \text{ км}$$

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



Точка А в
вершинной точке
системы координат
с центром (0;0) или
началу координат.

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,8$$

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

для точки:

$$OX: x = v_0 \cos \beta t - g \sin \alpha \frac{t^2}{2}$$

$$OY: y = v_0 \sin \beta t - g \cos \alpha \frac{t^2}{2}$$

$$\begin{cases} S = v_0 \cos \beta t - g \sin \alpha \frac{t^2}{2} \\ 0 = v_0 \sin \beta t - g \cos \alpha \frac{t^2}{2} \end{cases} \Rightarrow$$

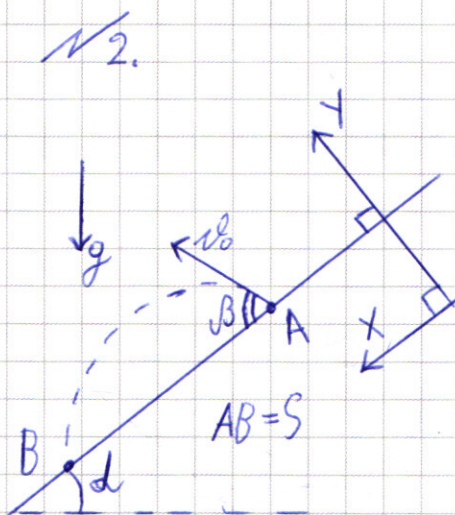
$\beta = ?; L = ?$

$$\sin d = 0,6$$

$$S = 1,8 \text{ км}$$

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

В ААВ, СО



Очевидно, что если кинуть камень как можно дальше, ступеньки надо вылезать.

$$\cos d = \sqrt{1 - \sin^2 d} = 0,8$$

$$g_y = g \cos d; g_x = g \sin d.$$

Точка А - начало координат.

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \vec{a} \frac{t^2}{2}$$

Длины кривой:

$$OX: X = v_0 \cos \beta t + g \sin d \frac{t^2}{2}$$

$$OY: Y = v_0 \sin \beta t - g \cos d \frac{t^2}{2}$$

$$\begin{cases} S = v_0 t \cos \beta + g \sin d \frac{t^2}{2} \\ 0 = v_0 t \sin \beta - g \cos d \frac{t^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} S = v_0 t \cos \beta + g \frac{t^2}{2} \sin d \\ v_0 = \frac{g \cos d t}{2 \sin \beta} \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2S = g t^2 \cos \beta \cos d + g t^2 \sin d \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2S}{g(\cos \beta \cos d + \sin d)}} \Rightarrow$$

$$t_{\max} = \sqrt{\frac{2S}{g \sin d}} \Leftrightarrow \beta = 90^\circ, \text{ т.к. для параллельно } \beta \in [0; 90^\circ].$$

$$L_{\max} = \frac{v_0^2}{g} = \frac{g \cos^2 d t^2}{4} = \frac{S \cos^2 d}{2 \sin d} = 960 \text{ м.} = L$$

$$\text{Ответ: } \beta = 90^\circ; L = \frac{\cos^2 d}{2 \sin d} S = 960 \text{ м.}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$v_2 = ?$; $S = ?$

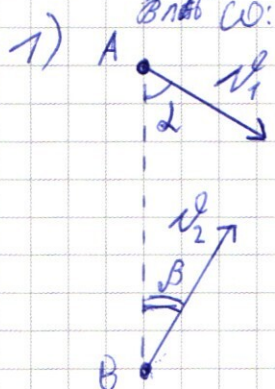
$$L = 98 \text{ км}$$

$$v_1 = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$L = 60^\circ$$

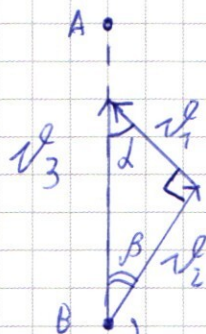
$$\beta = 30^\circ$$

$$T = 25 \text{ с}$$



№1

2) В CO Коридор:



т.к. $L + \beta = 90^\circ$

П.к. течения
попадёт в цель,
 v_3 в данной CO
направлен именно так.

$$\vec{v}_3 = \vec{v}_2 + (-\vec{v}_1)$$

$$\text{tg } L = \frac{v_2}{v_1} \Leftrightarrow$$

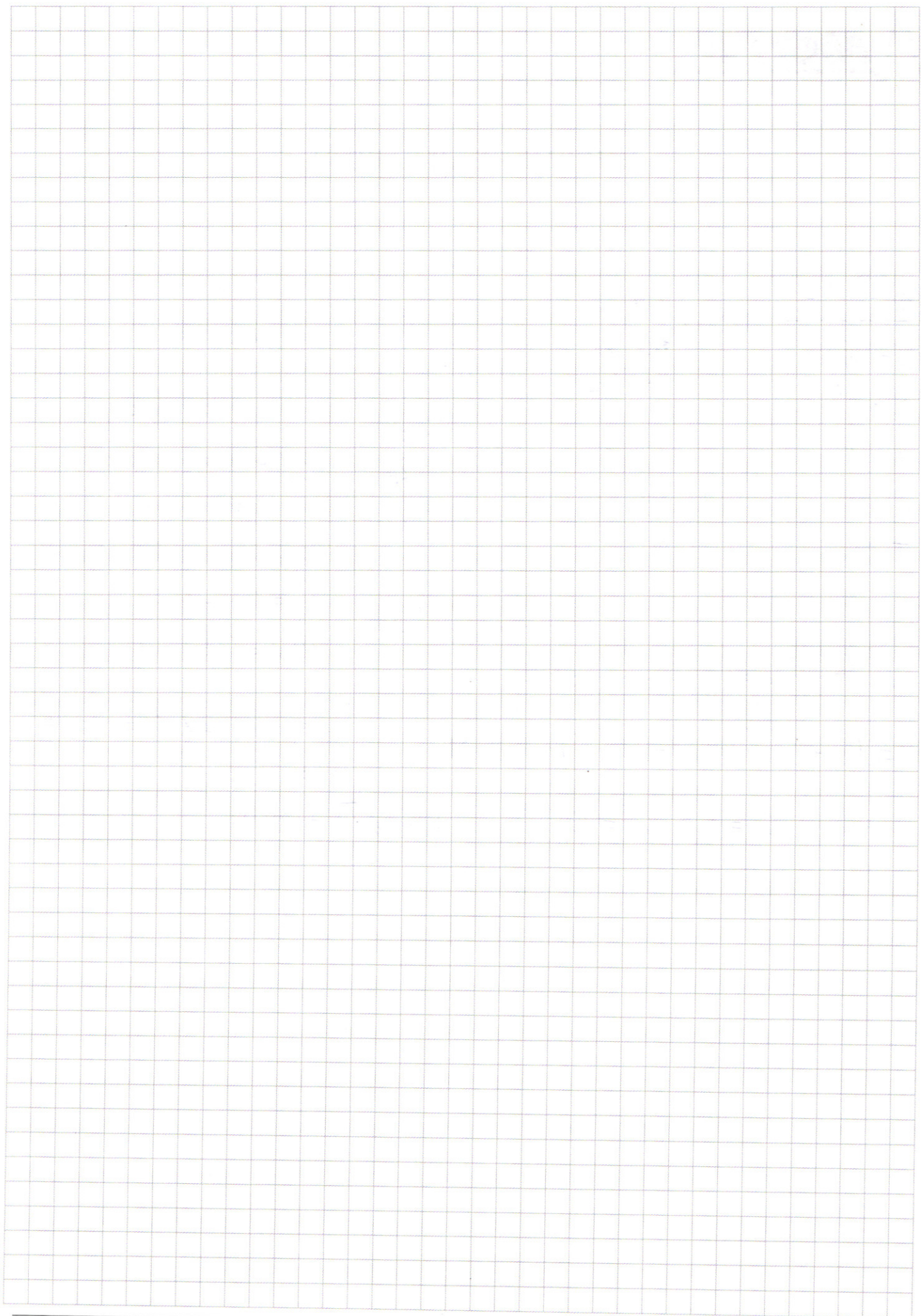
$$\Leftrightarrow v_2 = \text{tg } L \cdot v_1 = \sqrt{3} v_1 =$$

$$= 13,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \beta = \frac{v_1}{v_3} \Leftrightarrow v_3 = \frac{v_1}{\sin \beta} = 2v_1$$

$$S = |L - v_3 T| = |L - 2v_1 T| = 400 \text{ м}$$

Ответ: $v_2 = \sqrt{3} v_1 = 13,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; $S = |L - 2v_1 T| = 400 \text{ м}$.



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\cos 2 - \sin 2 = \frac{a}{g}$$

$$\frac{v_2}{2} + \frac{v_1}{2} \sin 2 = \frac{v_1}{2} \cos 2$$

$$\frac{v_2}{2} + \frac{v_1}{2} \sin 2 = \frac{v_1}{2} \left(\frac{a}{g} + \sin 2 \right)$$

$$v_2 = v_1 \frac{a}{g}$$

$$2v^2 = 625 \cdot \frac{v^2}{20t}$$

$$\frac{2 \cdot 9}{3 \cdot 64}$$

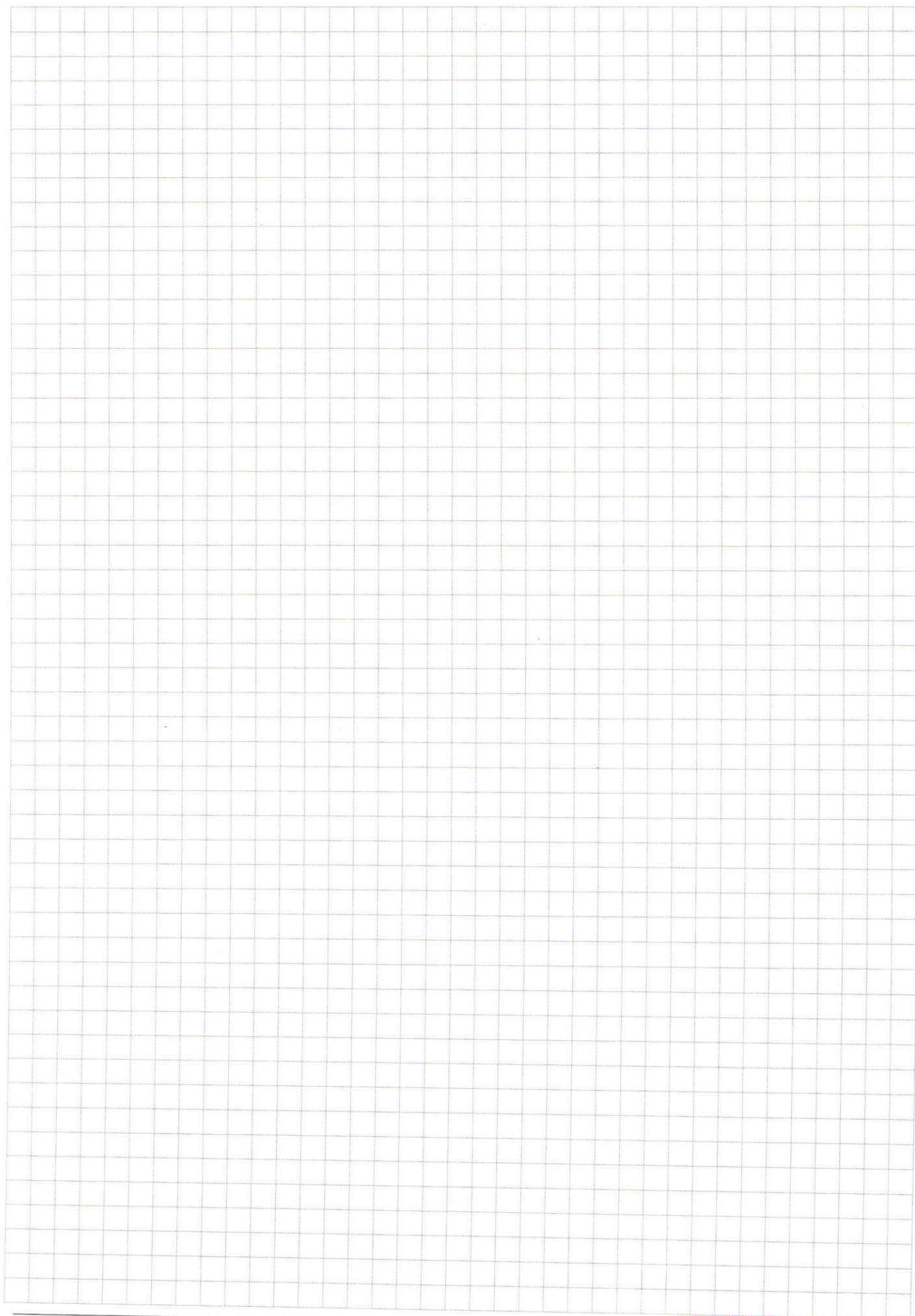
$$A \cdot Q = B$$

$$\frac{B^2}{n} = \frac{2 \cdot 72}{32 \cdot 2}$$

$$A \cdot B$$

$$\frac{K \cdot 1}{C}$$

$$\frac{3}{32} \frac{u^2}{\pi} = \frac{3}{\pi} \cdot 7$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница № ____
(Нумеровать только чистовики)