

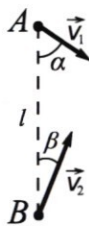
Олимпиада «Физтех» по физике, фс

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?

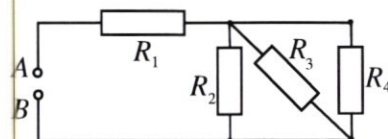
2) Найдите удельную теплоемкость c материала, из которого изготовлены шарики, если известно, что в результате слипания температура шариков повысилась на $\Delta t = 1,35$ °С. Температуры шариков перед слипанием одинаковы.

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

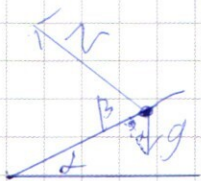
чтобы перебраться потоком в цель необходимо:

$$V_1 \sin \alpha = V_2 \sin \beta \Rightarrow 8 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 2 = V_2 \Rightarrow V_2 = 8\sqrt{3} \text{ м/с}$$

Тогда расстояние между кораблями и торпедой
через 25 с будет $\sqrt{800^2 - 25^2 \left((8 \text{ м/с} \cdot 0,5 + 8\sqrt{3} \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2 + (8 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 8\sqrt{3} \text{ м/с} \cdot 0,5)^2 \right)}$
 $= 800 \text{ м} - 25^2 \left((8 \text{ м/с} \cdot 0,5 + 8\sqrt{3} \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2})^2 + (8 \text{ м/с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - 8\sqrt{3} \text{ м/с} \cdot 0,5)^2 \right) = 400 \text{ м}$

Ответ: $8\sqrt{3} \text{ м/с}$, 400 м

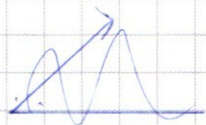
№ 2



V — скорость мины, t — время полёта.

$$t = \frac{2V \sin \beta}{g(1 + \cos 2\alpha)}$$

t максимальна, когда
максимальна $\sin \beta \Rightarrow \beta = 90^\circ$



$$S = t V \cos \beta + \frac{g(\sin 2\alpha)t^2}{2} \quad \cos 2\alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 98$$

$$1800 \text{ м} = \frac{2V^2}{9,8 \text{ м/с}^2}$$

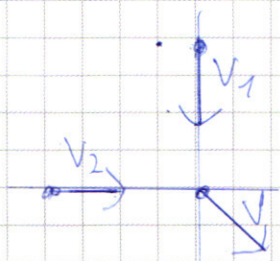
$$V = 30\sqrt{70} \text{ м/с}$$



$$L = V \cos \alpha \cdot \frac{2V \sin \alpha}{g} = 5400 \text{ м} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$$

$\cos \alpha \cdot \sin \alpha$ максимально при $\alpha = 45^\circ$ (α — угол стрельбы
на горизонтальной поверхности) $\Rightarrow L \leq 2,7 \text{ км}$

Ответ: 90° ; $2,7 \text{ км}$



№4

Масса каждого из шариков составляет $\frac{1}{2}$ от массы получившегося, после слипания тела $\Rightarrow$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\left(\frac{V_1}{2}\right)^2 + \left(\frac{V_2}{2}\right)^2} \Rightarrow 625 \text{ м}^2/\text{с}^2 = 225 \text{ м}^2/\text{с}^2 + \frac{V_2^2}{4} \Rightarrow V_2 = 20 \text{ м/с}$$

E_1 — кинетическая энергия первого шарика, E_2 — второго, E — получившегося тела, Q — энергия тепловая, $E_1 = mV_1^2$ — масса шарика.

$$E_1 = \frac{mV_1^2}{2}; E_2 = \frac{mV_2^2}{2}; E = \frac{2mV^2}{2}; Q = E_1 + E_2 - E$$

$$Q = m(450 \text{ м}^2/\text{с}^2 + 800 \text{ м}^2/\text{с}^2 - 625 \text{ м}^2/\text{с}^2) = m \cdot 625 \text{ м}^2/\text{с}^2$$

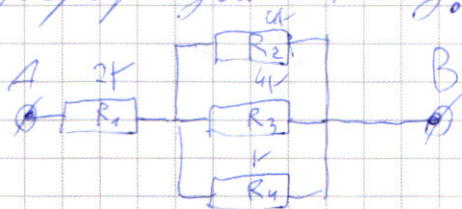
$$Q = \Delta t \cdot c \cdot m$$

$$c = \frac{625 \text{ м}^2/\text{с}^2}{1,35^\circ\text{C}} = \frac{125 \text{ Дж}}{24 \text{ м}^\circ\text{C}} \approx 4063 \text{ Дж/кг}^\circ\text{C}$$

Ответ: 40 м/с; 4063 Дж/кг $^\circ$ С

№5

Перечислите схему:



$$R_{AB} = 2F + \frac{1}{\frac{1}{4F} + \frac{1}{4F} + \frac{1}{F}} = \frac{22}{3} F$$

$$R_{AB} = R_1 + R_{2,3,4}$$

$$R_{2,3,4} = \frac{1}{\frac{1}{4F} + \frac{1}{4F} + \frac{1}{F}} = \frac{2}{3} F$$

$$R_{AB} = 2F + \frac{2}{3} F = \frac{22}{3} F$$

$$U_{R_{2,3,4}} = U \cdot \frac{R_{2,3,4}}{R_{AB}} = 8V \cdot \frac{\frac{2}{3} F}{\frac{22}{3} F} = 2V, U_2 = U_3 = U_4 = U_{R_{2,3,4}} = 2V$$

$$P_{R_2} = \frac{U_{R_2}^2}{R_2}; P_{R_3} = \frac{U_{R_3}^2}{R_3}; P_{R_4} = \frac{U_{R_4}^2}{R_4}; P = P_{R_2} + P_{R_3} + P_{R_4}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

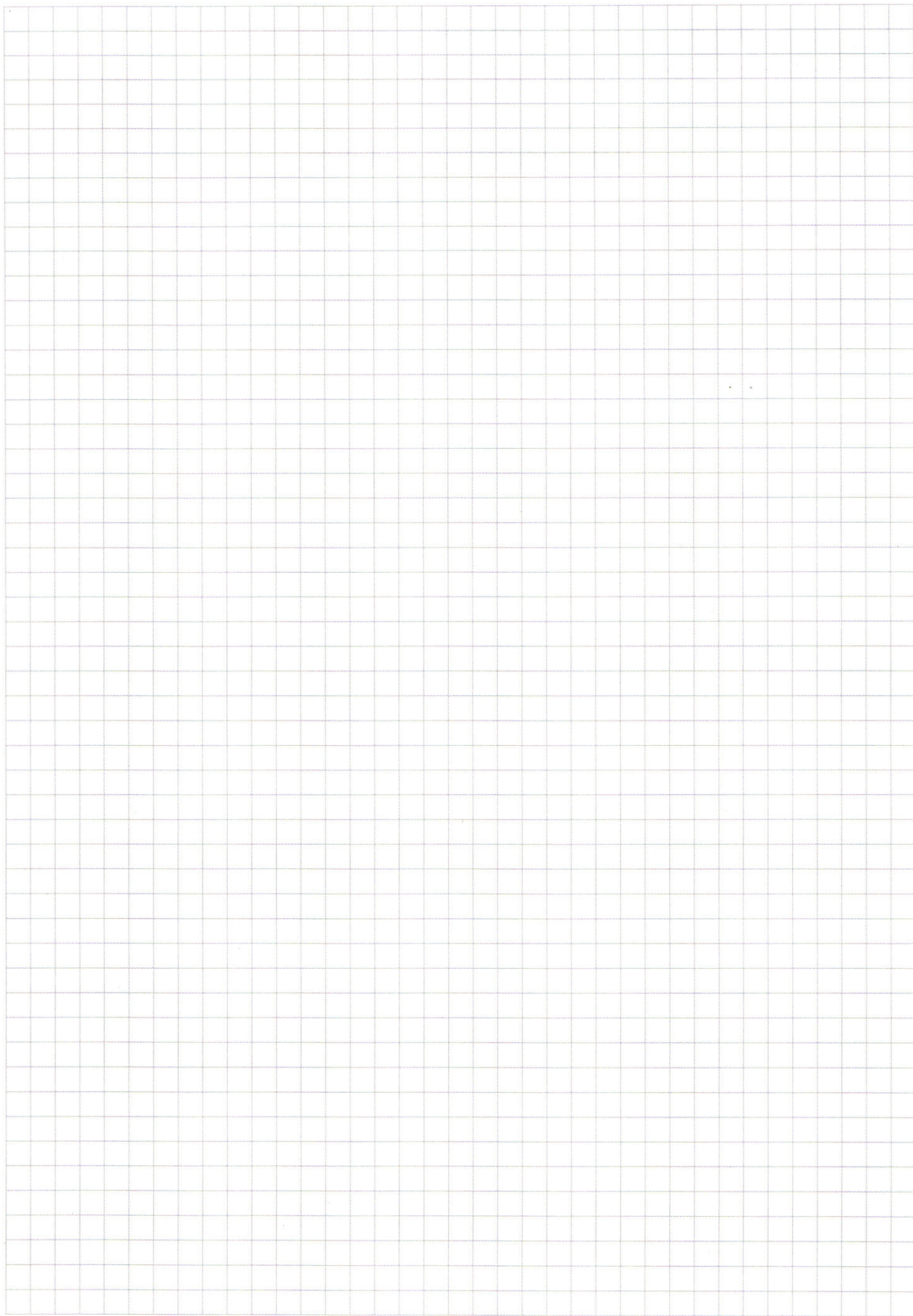
$$P = 4B^2 \left(\frac{1}{8\pi \text{ см}} + \frac{1}{240 \text{ см}} + \frac{1}{240 \text{ см}} \right) = 1 \text{ Дж}$$

Ответ: 2 - при $t = 60 \text{ см}$ $R_{AB} = \frac{22 \text{ К}}{3} = 160 \text{ м}$

Ответ: $\frac{23 \text{ К}}{3}$ / 1 Дж

N 3

$$V_1 = Tg = 0,20 \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 2 \text{ м/с}$$



☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)



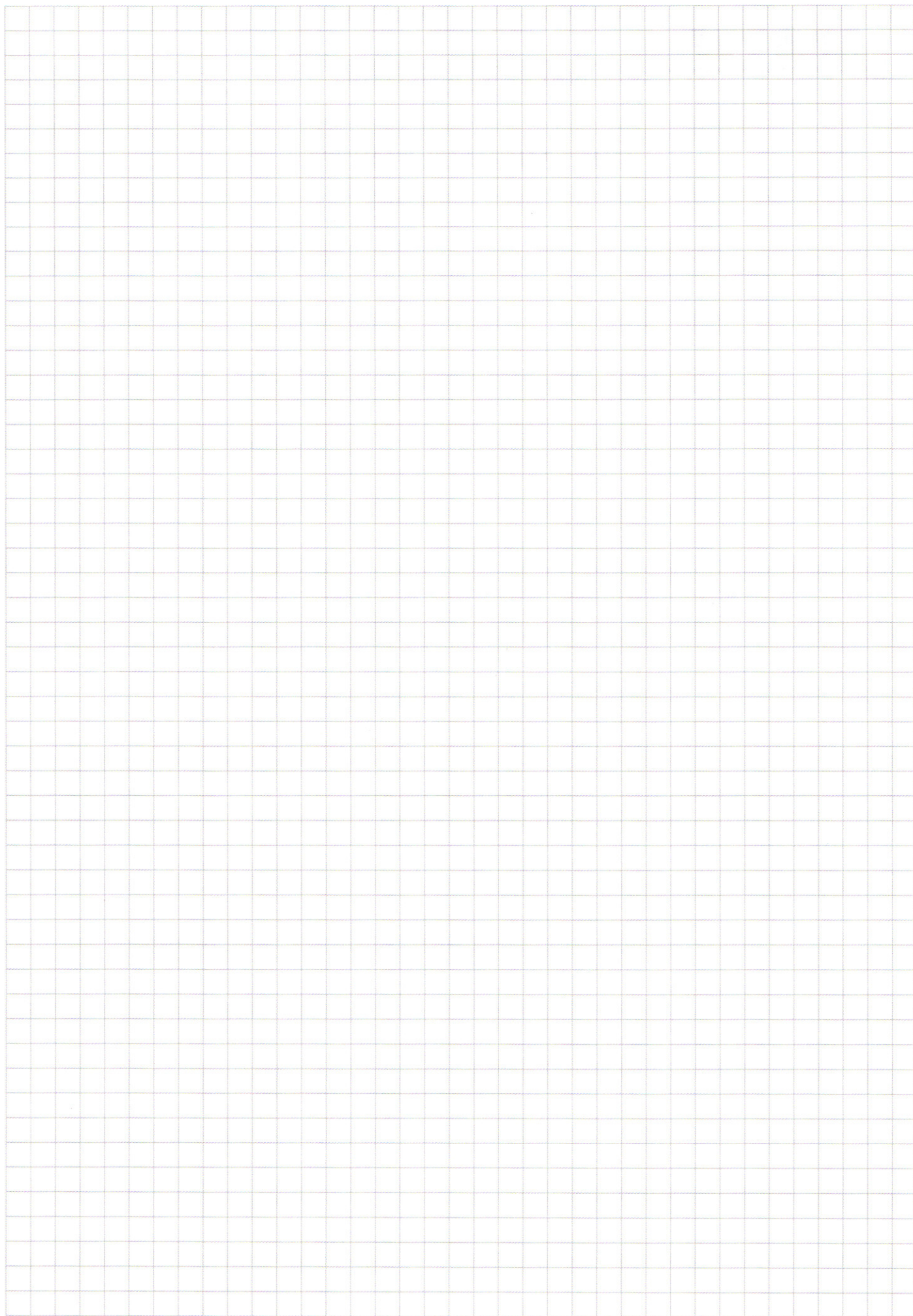
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

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

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

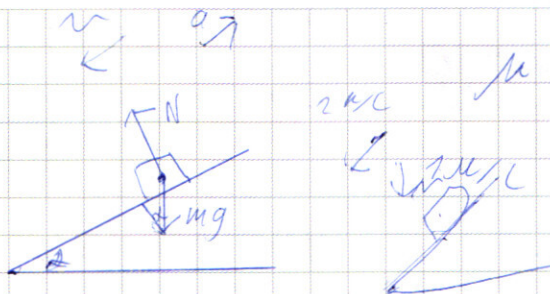
☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)

$$\frac{N + \sin \alpha \mu / c}{2} 2 \mu / c$$

$$N + \sin \alpha \mu / c = \frac{N}{2}$$

$$\pm \cos \alpha \mu / c$$



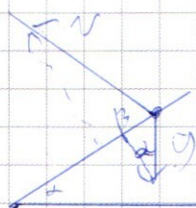
$$2 \mu / c = mg (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$\frac{N - \sin \alpha \mu / c}{2}$$

$$2 \mu / c = mg (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$$

$$N = \sin \alpha \mu / c$$

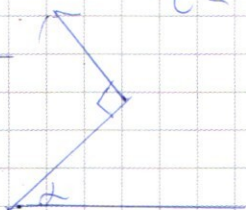
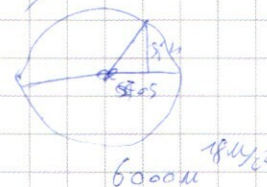
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА



$$N \sin \beta$$

$$t = \frac{2N \sin \beta}{g(\cos 2 + 1)}$$

$$g(\cos 2 + 1)$$



$$\beta = 90^\circ$$

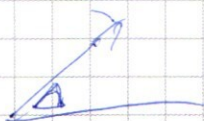
$$-v \cos \beta = 0$$

$$+ \frac{gt^2 \sin \alpha}{2}$$

$$26$$

$$78 \text{ km} = g t^2 \sin \alpha$$

$$6000 \text{ m}^2 / \text{s}^2 = t^2$$



$$t = \frac{2v \sin \alpha}{g}$$

$$E = \frac{mv^2}{2}$$

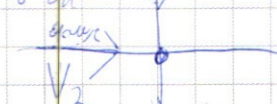
$$\frac{2v}{g \cdot 1.8} = \sqrt{600} \text{ m/s}$$

$$\frac{2v}{9 \text{ m/s}^2} = \sqrt{600} \text{ m/s}$$

$$F = ma$$

$$N = g \sqrt{600} \text{ m/s}$$

$$c = 81.6 \text{ m}$$



$$\Delta c = v \cdot \frac{m^2}{c^2}$$

$$\frac{625}{1.55}$$

$$E_1 = m \cdot 450 \text{ m}^2 / \text{s}^2$$

$$E_2 = m \cdot 800 \text{ m}^2 / \text{s}^2$$

$$E = m \cdot 1250 \text{ m}^2 / \text{s}^2$$

$$\frac{1250 \text{ m}^2 / \text{s}^2}{2.70 \text{ C}}$$

$$E' = \frac{2m \cdot 625 \text{ m}^2 / \text{s}^2}{c^2} = 625 \text{ m}^2 / \text{s}^2$$

$$\frac{1250}{2.7} \text{ m}^2 / \text{s}^2$$

$$\frac{Q_m}{K} = \frac{R \cdot m}{K} = \frac{R \cdot m^2 / \text{s}^2}{K}$$

$$\frac{12500}{2.7}$$

$$89.54$$

$$\frac{108}{54}$$

$$162$$

$$\frac{1}{1 + \frac{1}{6} + \frac{1}{6}}$$

$$\frac{U^2}{V}$$

$$12500 / 2.7$$

$$108$$

$$1700$$

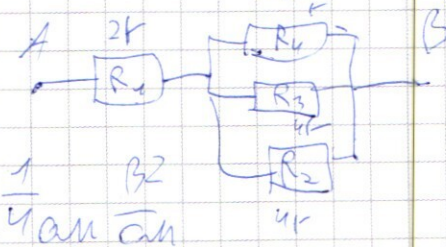
$$162$$

$$80$$

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{6} + 1$$

$$\frac{3}{2} \cdot 60$$

$$2 \text{ km}$$



800m
30°
V₂

$$\frac{800m}{\sin 30^\circ} = \frac{V_2}{\sin 60^\circ}$$

$$\frac{V_2}{2} = 8m/c \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$V_2 = 8\sqrt{3}m/c$$

2*alpha

36.4
42
14m

5.4
10.8

1.44

800m - 250(12+4)m/c = 600m

7.8 * 0.8 = 6.24

sin alpha = 0.6
cos alpha = 0.8

F = ma

1 = g t₁²

t₁ = sqrt(2l/g)

t₁ = V₂ V₁ / g

1 = (V₁² + t V₂ t g x) / 2g

1 = V₁² / g

ab / c^2 = ab / (a^2 + b^2)

t₁ = 1 = g t₁² (1 = V₁² / 2g + 1080m)

(V₁² / 2g + t V₂ t g x) = g t₁² / 2

t = V₁ / g

t V₂ t g x = 1080m

t V t g x cos beta - x = 1080m / (V₁² / g + t) = V₁² / 2g + 1080m = g t₁² / 2

t V cos beta - x = 1440m

t₁ = t = (V₁ + V₂ V₁ / g) / g

t = (V sin beta - x (1 + V₂)) / g

(1 + V₂) V² / g cos beta - x sin beta = 1440m

t = (V₁ + sqrt(V₁² / g² + 2 g t V₂ t g x)) / g

t = (V / g) (sin alpha + sqrt(sin^2 alpha + 2 g t))

l = 1080m

t₁ = 1080m / (V₂ cos beta - x)

t V₂ t g x = 1080m