

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.

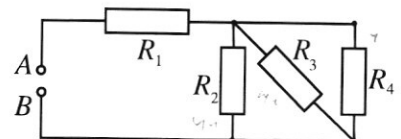
1) С какой скоростью V_2 двигался второй шарик перед слипанием?

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.

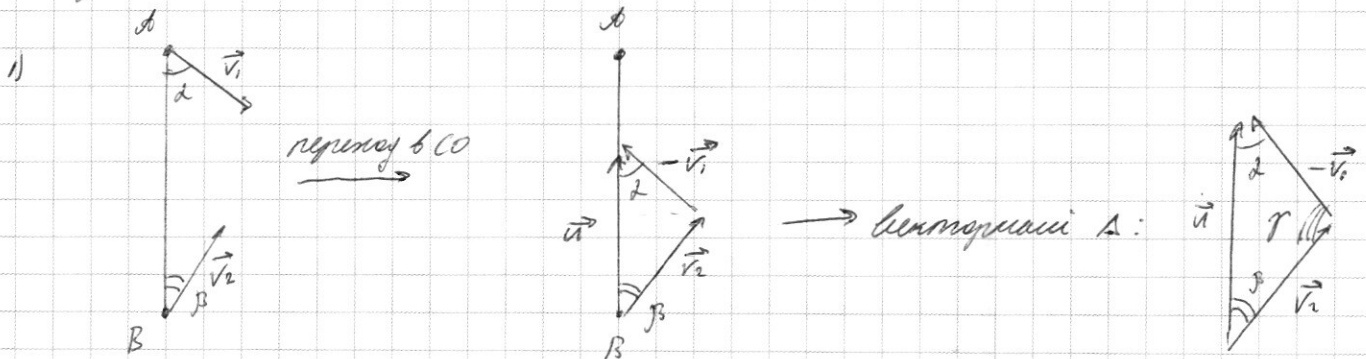
1) Найдите эквивалентное сопротивление R_{AB} цепи.

2) Какая суммарная мощность P будет рассеиваться на резисторах R_2 , R_3 и R_4 при $r = 6$ Ом?



ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

№1) Перпендикуляр в ширину отсчета, связанного с кораблем.
Корабль в нем в n раз быстрее, чем море. Чтобы
маркер попал в корабль, скорость вектора скорости
маркера в СО корабля должна быть направлена
на корабль сам корабль



По теореме синусов $\frac{v_2}{\sin \alpha} = \frac{v_1}{\sin \beta} \Rightarrow v_2 = v_1 \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = v_1 \sqrt{3} \approx 13,6 \text{ м/с}$

2) Скорость маркера и в СО, связ с кораблем:

$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$ в вект. тре; $\alpha + \beta = 60^\circ + 20^\circ = 80^\circ \Rightarrow \gamma = 100^\circ$

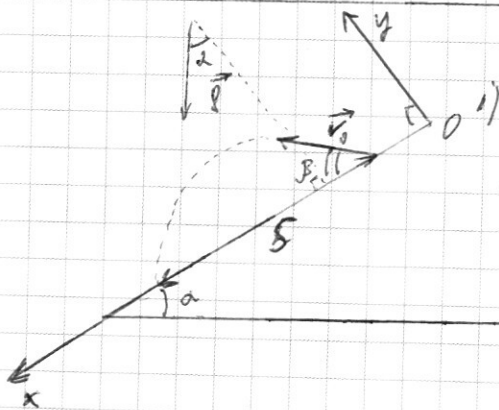
$\Rightarrow$ по теореме Пифагора $u = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 16 \text{ м/с}$

За время $T = 25 \text{ с}$ через $T = 25 \text{ с}$ корабль и маркер окажутся
на расстоянии

$S = \ell - T \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \ell - uT = 400 \text{ м}$

Ответ: $\sim 13,6 \text{ м/с}; 400 \text{ м}$

№2



$\vec{v}_0$ - начальная скорость снаряда

1) Добавим ось Oy , перпендикулярную
пов-ти склона и ось Ox , направленную
по пов-ти склона (см. рис)

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

При конце полета y будет равен
нулю, а время пройдет $\Rightarrow$

$\Rightarrow 0 = v_0 t \sin \beta - \frac{g \cos \alpha t^2}{2} \Rightarrow t = \frac{2 v_0 \sin \beta}{g \cos \alpha} \quad (1)$

что и фиксировано, в мом. чтоб t было максимальным,

мысли, что $\sin \beta$ тоже равен 1. Максимумом, т.е. 1 $\Rightarrow$

$$\Rightarrow \sin \beta = 1 \Rightarrow \beta = 90^\circ$$

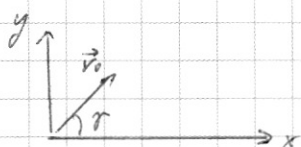
$$2) \text{ ох: } s = v_0 t \cos \beta + \frac{g \sin 2t^2}{2}$$

хотим найти значение $t(1)$

$$s = \frac{v_0 \cos \beta \cdot 2v_0 \sin \beta}{g \cos 2} + \frac{g \sin 2 \cdot 4v_0^2 \sin^2 \beta}{2g^2 \cos^2 2} =$$

$$= \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{g \cos 2} + \frac{2v_0^2 \sin 2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 2}; \quad s = \frac{2v_0^2 \sin 2 \sin^2 \beta}{g \cos^2 2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{v_0^2 = \frac{g s \cos^2 2}{2 \sin 2}} \quad v_0^2 = \frac{g s \cos^2 2}{2 \sin 2}$$



Тогда горизонт. движение ох: $y = v_0 t \sin \gamma - \frac{g t^2}{2} \Rightarrow$
 1-е уравнение движения
 ох: $x = v_0 t \cos \gamma$

$\Rightarrow x = L = \frac{v_0^2 \sin 2\gamma}{g}$. Чисел L должна быть максимум, т.е. $\sin 2\gamma$ равен 1, т.е. максимум, т.е. 1 $\Rightarrow \gamma = 45^\circ$

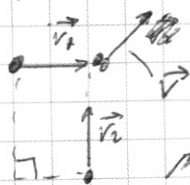
Тогда $L = \frac{v_0^2}{g} = \frac{g s \cos^2 2}{2 g \sin 2 \sin^2 \beta}$

$$L = \frac{s \cos^2 2}{2 \sin 2} = 0,96 \text{ км} = 960 \text{ м}$$

Ответ: $\beta = 90^\circ; L = 960 \text{ м}$

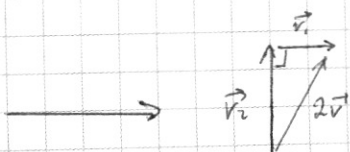
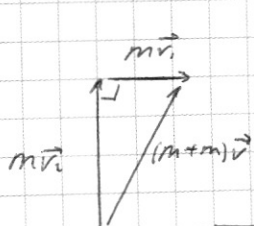
№4) Тело m - масса которого m шар

Закон сохранения импульса: $m\vec{v}_1 + m\vec{v}_2 = (m+m)\vec{v} \Rightarrow$



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

По условию $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2 \Rightarrow$ векторы $\vec{v}_1$ и $\vec{v}_2$ перпендикулярны



Тогда $v_1 = v_2 = v$ $\Rightarrow$ м. Телоса $v_1 = v_2$

$$v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} = 40 \text{ м/с}$$

2) Шары имеют кинетич. энергию. Тогда столкновение частотой этой энергии перешла в тепло Q , где $Q = 2cm \Delta t \Rightarrow$

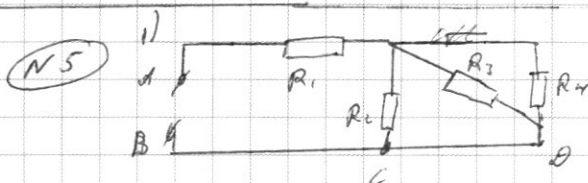
ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\Rightarrow \frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{2mv^2}{2} + Q;$$

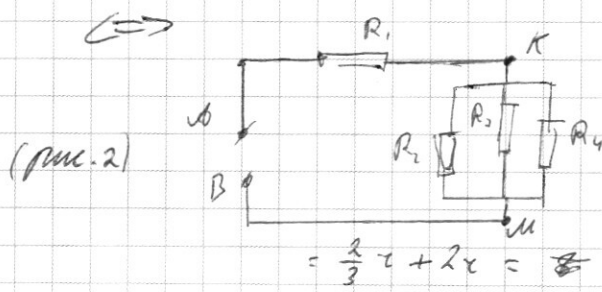
$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{v_2^2}{2} = v^2 + 2\alpha s \Rightarrow v_1^2 + v_2^2 = 2v^2 + 4\alpha s \Rightarrow$$

$$\Rightarrow c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4\alpha s} = 231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$$

Ответ: 40 м/с ; $231,5 \frac{\text{Дж}}{\text{м} \cdot \text{с}}$



Резисторы R_2 , R_3 и R_4 соединены параллельно и их сопротивление в точках C и D равно $\Rightarrow$



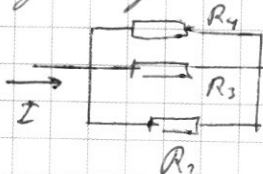
$$R_{AB} = R_1 + \frac{R_2 \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}}{R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}} =$$

$$= 2\tau + \frac{4\tau \cdot \frac{4\tau \cdot \tau}{4\tau + \tau}}{4\tau + \frac{4\tau \cdot \tau}{4\tau + \tau}} =$$

$$= \frac{2}{3}\tau + 2\tau = \frac{8}{3}\tau$$

2) Эквивалентное сопротивление на участке между C и резисторами R_2 , R_3 и $R_4 = \frac{8}{3}\tau$. Напряжение между A и M равно $U \Rightarrow P = \frac{U^2}{\frac{8}{3}\tau} = 16$

2) $U = 8 \text{ В}$, $R_{AB} = \frac{8}{3}\tau = 16 \text{ Ом} \Rightarrow I = \frac{U}{R_{AB}} = 0,5 \text{ А}$ - общий ток. Ток в ветви с резисторами R_2 , R_3 и R_4



На R_4 падает сопротивление меньше, чем на R_3 и R_2 , поэтому ток на R_4 больше, чем на R_3 и R_2 .

Напряжение между точками K и M (рис. 2) U_2 равно:

$$U_2 = U - IR_1 = 2\tau = 12 \text{ В}$$

Мощность, выделяемая на участке с резисторами R_2 , R_3 и R_4 равно $P_{KM} = \frac{U_2^2}{\frac{8}{3}\tau}$

$$P = \frac{(U - IR_1)^2}{\frac{8}{3}\tau} = 1 \text{ Вт}$$

Ответ: $\frac{8}{3}\tau$; 1 Вт

N3

1)

$$v_0' = 0$$



$$v_1 = v_0' + gT \Rightarrow v_1 = gT = 2 \text{ м/с}$$

2) На другом шарикелем описывается путь, который совершает шарик. радиус. За 0,2с до столкновения шарик имеет скорость $v_0 = v_1 - aT$ и т.д.

$$3C3: \frac{mv_0^2}{2} - \left(\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} \right) - \frac{mv_1^2}{2} = 0; \quad mv_0^2 - \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = 0;$$

$$2v_0^2 - v_1^2 - v_1^2 = 0; \quad 2(v_2 - aT)^2 - v_1^2 - v_1^2 = 0 \Rightarrow v_1 = 2aT + \sqrt{4a^2T^2 + v_1^2}$$

$$\Rightarrow v_2 = \frac{4aT + \sqrt{8a^2T^2 - 4v_1^2}}{2} = 2aT + \sqrt{2a^2T^2 + v_1^2} \approx 2,8 \text{ м/с}$$

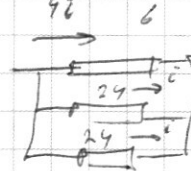
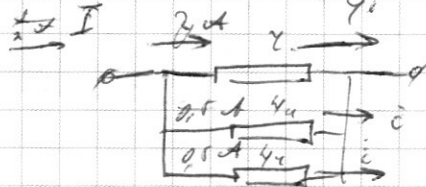
Ответ: 2 м/с ; ~ 2,8 м/с

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$r = 6 \text{ cm} \quad ; \quad R_{AB} = \frac{r}{3} = \frac{6}{3} = 2 \text{ cm}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2} = \frac{mvv^2}{a}$$

$$I = \frac{U}{R_{ab}} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2} A = 0.5 A$$



$c_i = \frac{1}{7} =$
 $\Rightarrow i = \frac{1}{12}$

$$\frac{1}{12} \cdot 6 = \frac{1}{2}$$

$$b_i = 0,5 \text{ A} =$$

$$y_i = \frac{1}{J} x$$

$$\frac{2}{2} \cdot 6 =$$

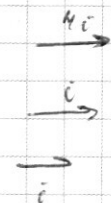
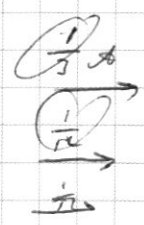
$$\frac{1}{12} \cdot 6 = \frac{1}{2}$$

$$\frac{1}{3} \cdot 24 = 8$$

$$16 \frac{1}{2} = \frac{33}{2}$$

$$i = \frac{1}{12} \times 6 \cdot \frac{2}{3} = 4$$

$$\frac{n^2}{\frac{2}{5}R} = \frac{84}{5} = 16$$



$$6i = \frac{1}{2} \Rightarrow i = \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{12} \cdot 9.6 = 2$$

$$\frac{mv_i^2}{2} + \frac{mv_i^2}{2} = \frac{2mgv^2}{2a}$$

$$\frac{1}{5} + \frac{2}{12} = \frac{1}{5} + \frac{1}{6} : \quad \frac{2}{6} = \frac{1}{2} \quad \frac{1}{12} \cdot 24 = 2$$

$$\frac{2}{3} \cdot 6 = 4$$

$$\frac{1}{3} \cdot 6 = 2$$

$$\frac{i}{12}$$

$$\frac{1}{12} i 29 =$$

$$\frac{1}{5}$$

$$\frac{1}{9} \cdot 6 = \frac{4}{4} = 1$$

$$\frac{1}{12} \cdot 24 = 2$$

$$\frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{144} \cdot 29 \approx$$

$$\frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{1}{144} \cdot 24 =$$

8-

$$\sigma_T \quad 2.7 = 12 : 0.5 = 6 \sigma$$

$$\frac{29}{144} = \frac{2}{11} = \frac{1}{6} \cdot 2 = \frac{1}{3} =$$

8b-6B-2D



$$2 \sin \alpha \cos \alpha =$$

$$a =$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

Решение задачи на движение тела по наклонной плоскости.

Дано: $\alpha = 30^\circ$, $\mu = 0,15$, $h = 1,8$ м, $g = 10$ м/с².

Найти: v , t , s .

Решение:

1. Анализ движения. Тело движется по наклонной плоскости под углом α к горизонту. Силы, действующие на тело: тяжесть mg , нормальная реакция N , сила трения $F_{\text{тр}}$.

2. Уравнения движения. По оси x (вдоль плоскости):

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

По оси y (перпендикулярно плоскости):

$$N - mg \cos \alpha = 0$$

3. Сила трения $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$. Тогда ускорение $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$.

4. Высота h связана с длиной пути s по наклонной: $h = s \sin \alpha$. Тогда $s = \frac{h}{\sin \alpha}$.

5. Используя формулу для скорости при равноускоренном движении: $v^2 = 2as$.

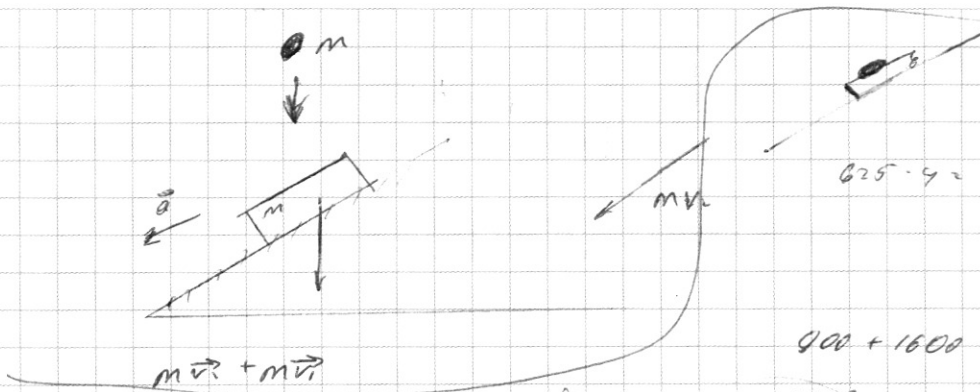
6. Подстановка значений: $\sin 30^\circ = 0,5$, $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 0,866$.

7. Расчет ускорения: $a = 10(0,5 - 0,15 \cdot 0,866) = 10(0,5 - 0,1299) = 8,7001$ м/с².

8. Расчет пути s : $s = \frac{1,8}{0,5} = 3,6$ м.

9. Расчет скорости v : $v^2 = 2 \cdot 8,7001 \cdot 3,6 = 62,62$, $v = \sqrt{62,62} \approx 7,91$ м/с.

10. Расчет времени t по формуле $s = \frac{1}{2}at^2$: $t = \sqrt{\frac{2s}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,6}{8,7001}} \approx 0,91$ с.



$$625 \cdot 4 = 2500 - 900 = 1600 = 40$$

$$900 + 1600 = 2500 = 1250$$

$$41 - \frac{41}{5} = 625 \cdot 4 = 2500$$

$$\frac{41}{4} \cdot 6 = 2 \cdot 625 = 1250$$

$$m \vec{v}_1 + m \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \vec{v} = 1200 + 50 = 1250$$

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

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

$$v_2 = \sqrt{4v^2 - v_1^2} =$$

$$\frac{v_1^2}{1} + \frac{v_2^2}{2} = v^2 + cat$$

$$v_1^2 + v_2^2 = 2v^2 + 2cat = 7$$

$$\Rightarrow c = \frac{v_1^2 + v_2^2 - 2v^2}{4ac}$$

$$625 \cdot 4 = 2500 - 900 = 1600 = 40$$

$$\frac{2500}{1250} = 2$$

$$1250 / 4$$

$$\frac{R_1 R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_2 + R_3)(R_3 + R_1)}$$

$$2 + \frac{2}{3} = 0,64 - \frac{2}{2} = 0,22 \cdot 3 =$$

$$2 \frac{2}{3} = \frac{8}{3} \cdot 4 \quad \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_2} = 1$$

$$R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3 = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 + R_2} + R_1 R_2$$

$$41 \cdot 1 = 41$$

$$21 +$$

$$21 + \frac{41 \cdot 41^2}{51} = 41 + \frac{41^2}{51}$$

$$21 + \frac{161^3}{51} = 41 + \frac{41^3}{51} = \frac{241}{5}$$

$$1,25 \cdot 4 =$$

$$\frac{161^2 \cdot 25}{5 \cdot 241} = \frac{16}{24} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{125}{5,4} = 23,148$$

$$v^2 = 25 \cdot 25 = 625 \cdot 2 = 1250$$

$$\frac{1250}{5,4} = 231,48$$

$$\frac{12500}{108} = 115,74$$

$$\frac{80}{51} = 1,5686$$

$$\frac{260}{216} = 1,2037$$

$$900 + 120 + 10 = 1030$$

$$= \frac{16}{24} = \frac{2}{3}$$

$$1250 / 5,4 = 231,48$$

$$\frac{12500}{108} = 115,74$$

$$\frac{41^2}{51} = \frac{161}{5} = 32,2$$

$$\frac{41 \cdot 41}{51} = \frac{161}{5} = 32,2$$

$$\frac{m}{c} = \frac{16}{24} = \frac{2}{3}$$

$$\frac{161^2 \cdot 5}{41 \cdot 51} = \frac{241}{5} = 48,2$$

$$= \frac{241}{5}$$

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА

$$\frac{mv_0^2}{2} - F \frac{v_0^2}{2a} = 0$$

$$\frac{m \bar{v}^2}{2} = F \frac{r_0^2}{2\omega} \Rightarrow m =$$

$$m v_0^2 = \frac{F v_0}{\omega} \quad m = \frac{F}{\omega}$$

$$\frac{V_1^2}{2g} = 5$$

$$v_0 = v_2 - aT$$

$$m_0 =$$

$$v_0 = aT$$

95 17

$$\frac{mv_i^2}{2} - ma \frac{v_i^2}{2a} - \frac{mv_i^2}{2} = 0$$

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_k^2}{2} + \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2} = 0$$

$$2v_1^2 - 4v_1^2 T + 2a^2 T^2 - v_1^2 - v_1^2 = 0 \quad m v_0^2 = \frac{m v_2^2}{2} = \frac{m v_1^2}{2} = 0$$

$$v_1^2 - 4v_1 a T + 2a^2 T^2 = v_0^2 - v_1^2 - v_1^2 = 0 \quad \frac{4(2a^2 T^2 + v_1^2) \cdot \frac{g \cdot x}{4T}}{4T}$$

$$\frac{mv_1^2}{2} + \frac{mv_2^2}{2}$$

$$v_c = \frac{4aT \pm \sqrt{16a^2r^2 - 8a^2r^2}}{2} (v_c - aT)^2 - v_c^2 - a^2 =$$

$$2 \cdot 0,2 \cdot 2 = 0,8 + 2$$

$$= 4 \cdot 0,2 = v_3 =$$

$$\gamma_{AT} = \frac{\sqrt{16a^2 T^2 + 4v_1^2}}{2}$$

$$r_1 = 2aT \pm \sqrt{4a^2T^2} = 0,32 + 4 = 4,32$$

$$0,22 \times 4 = 0,88$$

$$V_1 = 2aT \pm 2\sqrt{4a^2 T^2 + V_1^2}$$

$$4 \cdot 4 \cdot 0.04 =$$

$$= 0,16 \cdot 4 = 0,64 \text{ t}$$

$$0,64 + 4 = \sqrt{4,64}$$

$$2.7 \cdot 0.04 =$$

$$= 8 \cdot 0,09 =$$

$$= 0.32$$

$$m r \omega^2 = \frac{m}{2} (v_1^2 + v_2^2) \quad \text{--- (2)}$$

$$2v_0^2 - v_1^2 - v_2^2 = 0$$

$$v_1 = \frac{4aT \pm \sqrt{16a^2T^2 - 8a^2T^2 + 4v_1^2}}{2}$$

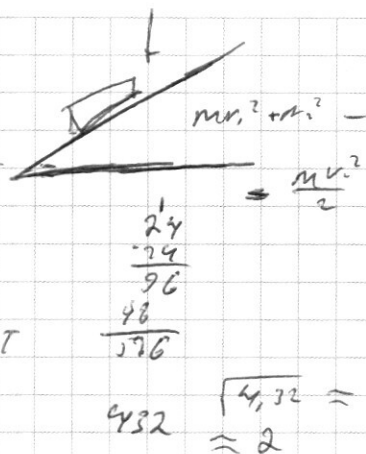
$$v_i = 2aT \pm \sqrt{2a^2 T^2 + v_i^2 - 2(v_i - aT)^2}$$

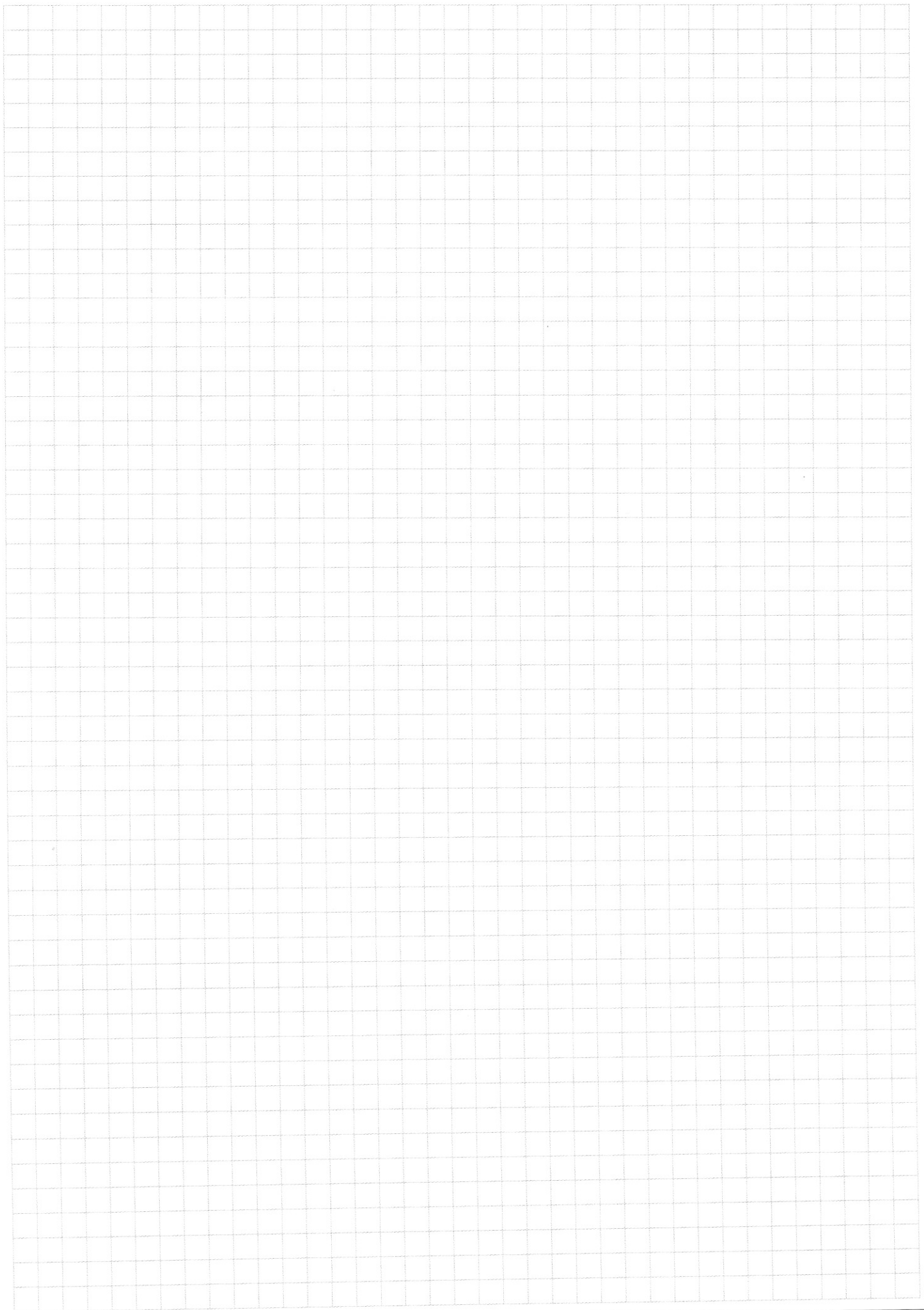
$$= 2(r_1^2 - 2qTr_1 + q^2 T^2)$$

$$r_2 = \frac{4aT \pm \sqrt{8a^2T^2 + 4v_1^2}}{2} \quad 2v_1^2 - 4aTv_2 + 2a^2T^2 - v_1^2 - v_2^2$$

$$v_2 = \frac{v_1 T \pm 2\sqrt{a^2 T^2 + v_1^2}}{2}$$

$$V_1^2 - 4aTv_2 + 2a^2T^2 - v_1^2 = 0$$





☐ черновик ☐ чистовик
(Поставьте галочку в нужном поле)

Страница №__
(Нумеровать только чистовики)