



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



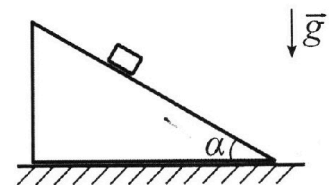
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{V}(t) = \vec{V}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{V}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $V_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

1. Найдите путь S , пройденный шайбой за время от $t = 0$ до $t = 4T$.
2. Найдите модуль F горизонтальной силы, действующей на шайбу.
3. Найдите работу A силы F за время от $t = 0$ до $t = T$.

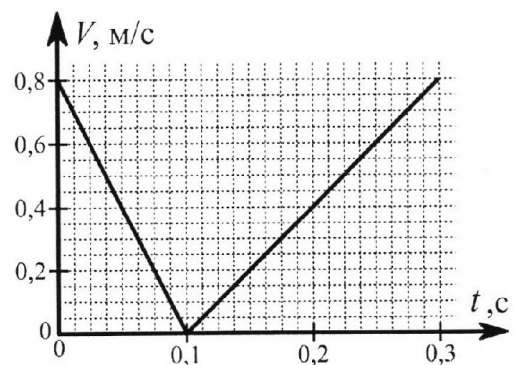
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха считайте пренебрежимо малой.

1. Найдите максимальную высоту H полета.
2. Найдите горизонтальную дальность S полета.
3. Найдите радиус R кривизны начального участка траектории.

3. На шероховатой горизонтальной плоскости стоит клин. Шайбу кладут на шероховатую наклонную плоскость клина и сообщают шайбе начальную скорость. Шайба движется по покоящемуся клину. Часть зависимости модуля скорости шайбы от времени представлена на графике к задаче. Поступательное движение шайбы до и после остановки происходит по одной и той же прямой. Масса шайбы $m = 0,2$ кг, масса клина $2m$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².



1. Найдите $\sin \alpha$, здесь α – угол, который наклонная плоскость клина образует с горизонтом.
2. Найдите модуль $F_{тр}$ наибольшей силы трения, с которой горизонтальная плоскость действует на клин в процессе движения шайбы по клину при $0 < t < 0,3$ с.
3. При каких значениях коэффициента μ трения скольжения клина по горизонтальной плоскости клин будет находиться в покое при $0 < t < 0,3$ с?





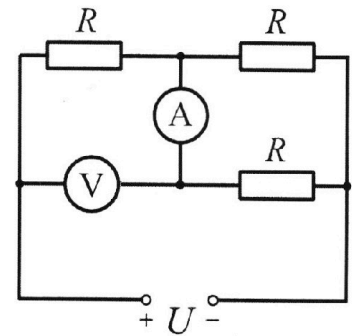
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. В электрической цепи (см. схему на рис.) сопротивления трех резисторов одинаковы и равны $R = 100$ Ом. Цепь подключена к источнику постоянного напряжения $U = 30$ В. Сопротивление амперметра пренебрежимо мало по сравнению с R , сопротивление вольтметра очень велико по сравнению с R .



1 Найдите силу I тока, текущего через источник.

2 Найдите показание U_V вольтметра.

3 Какая мощность P рассеивается в цепи?

5. В калориметр, содержащий воду при температуре $t_1 = 10$ °С, помещают лед. Масса льда равна массе воды. После установления теплового равновесия отношение массы льда к массе воды $n = 9/7$.

1. Найдите долю δ массы воды, превратившейся в лед.

2. Найдите начальную температуру t_2 льда.

В теплообмене участвуют только лед и вода. Удельная теплоёмкость льда $c_{\text{л}} = 2,1 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплоёмкость воды $c_{\text{в}} = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда $\lambda = 3,36 \cdot 10^5$ Дж/кг, температура плавления льда $t_0 = 0$ °С.



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N1.

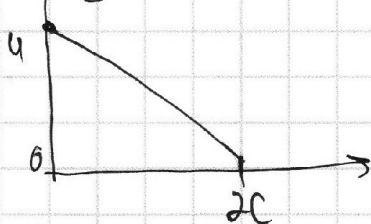
$$m = 0,2 \text{ кг}; \vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$$

материальная точка движется по прямой под действием силы.

находим путь S , пройд. материальной точкой от $t=0$ до $t=4T$.

Заметим, что модуль скорости ~~и~~ ~~не~~ ~~меняется~~ ~~линейно~~, а зависит от времени.

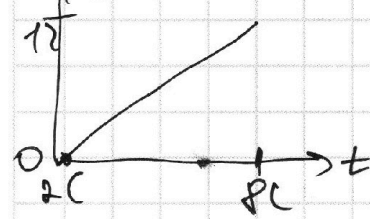
рис. 1



за промежут. от $t=0$ до $t=T$, тело пройдет S_1 ;

$$S_1 = \frac{4 \text{ м/с}}{2} \cdot 2 \text{ с}; S_1 = 4 \text{ м (площадь под графиком.)}$$

рис. 2



S_2 проходит от $t=T$ до $t=4T$. (прям. завис.)

$$S_2 = 4 \text{ м (площадь под графиком.)} S = S_1 + S_2$$

$$S = 4 \text{ м.}$$

Вектор модуль вектора скорости ~~и~~ ~~не~~ ~~меняется~~ ~~линейно~~ ~~линейно~~.

$$\text{за } 2 \text{ с он изм. на } \frac{4 \text{ м}}{\text{с}} \Rightarrow a = \frac{2 \text{ м}}{\text{с}^2}.$$

$$m \vec{a} = \vec{F} \quad \text{вз.и.}$$

$$F = 0,4 \text{ Н} \quad \text{А - будет отриц., т.к. сила и перемещение противоположны} \quad A = -F \cdot S_1; A = -1,6 \text{ Дж.}$$

Ответ: $S = 4 \text{ м}; F = 0,4 \text{ Н}; A = -1,6 \text{ Дж.}$



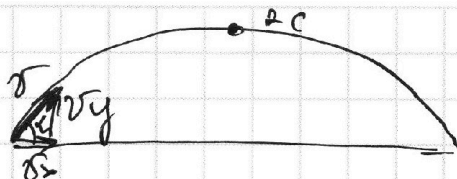
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

N2.



если $T = AC$, то ~~то~~ ширина сети до

вероят точки траектории ($\tau = 2c$)

могут

→ вертикальная проекция скорости в нач. момент равна

$$20 \frac{\text{м}}{\text{с}}; H = \frac{\left(\frac{20 \text{ м}}{\text{с}}\right)^2 \cdot 2c}{2}; \boxed{H = 20 \text{ м}}$$

$$v_y = \frac{20 \text{ м}}{\text{с}}; v_x \text{ — горизонт. скорость.}$$

$$v_{\text{тел}} = \sqrt{v_y^2 + v_x^2}; v_{\text{min}} = v_x$$

$$\frac{\sqrt{v_y^2 + v_x^2}}{v_x} = 2; \sqrt{v_y^2 + v_x^2} = 2v_x; v_y^2 + v_x^2 = 4v_x^2.$$

$$S = v_x \cdot T;$$

$$S = \frac{20}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 4 \text{ с}; \boxed{S = \frac{80 \cdot \sqrt{3}}{3} \text{ м}}$$

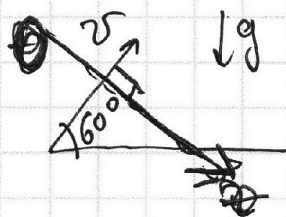
$$v_y^2 = 3v_x^2; v_x = \frac{v_y}{\sqrt{3}};$$

$$v_x = \frac{20}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_x = \frac{20}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

чтобы найти ~~нач. скорость~~ v раз. Δ раз; Δ раз

$$\Delta \text{ — угол наклона. } \tan \Delta = \frac{v_y}{v_x}; \tan \Delta = \sqrt{3} \Rightarrow \Delta = 60^\circ$$



найти проекцию g на ось OZ.

$$g_z = g \cdot \cos 60^\circ; g_z = \frac{5 \text{ м}}{\text{с}^2}$$

$$a_y = \frac{v^2}{R}; a_y = g_z; g_z = \frac{v^2}{R}; R = \frac{v^2}{g_z}$$

$$v = \sqrt{\frac{400 \text{ м}^2}{\text{с}^2} + \frac{400 \text{ м}^2}{3 \text{ с}^2}}; v = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}}; R = \frac{1600}{3 \text{ м}}; \boxed{R = \frac{320}{3} \text{ м}}$$

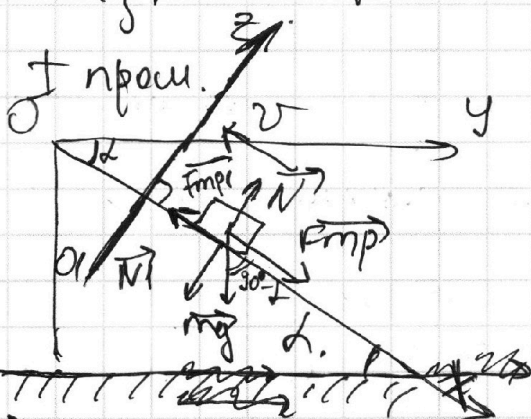


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7 СТРАНИЦА
☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐ ☐ 1 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$F_{\text{тр}}$ в условии у меня будет $F_{\text{тр} \text{ на ш.}}$; мне так удобнее.
 В данной задаче движение шайбы разбивается на 2 случая: 1- когда шайба движется вверх по клину; 2- когда шайба движется вниз. Разлож. все силы на шайбу в 2 прощ.



N - сила реакции опоры на шайбу со стороны клина.

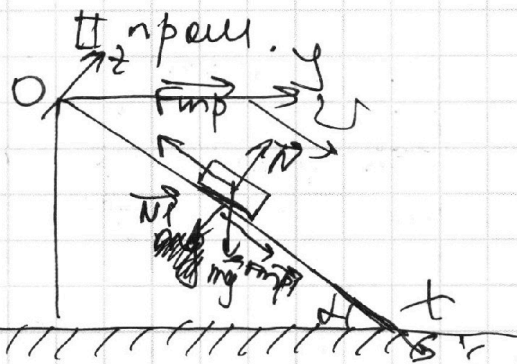
N' - сила упр. со стороны шайбы.

$F_{\text{тр}}$ - сила тр. со стороны пов. клина на шайбу.
 а $F_{\text{тр}'} = -F_{\text{тр}}$ ($F_{\text{тр}}$ на клин.)

$a_{\text{ш.}} = \frac{g}{c^2}$, напр. вдоль

Ox ,

$F_{\text{тр}} + mg \cos 30^\circ - 1 = m a_{\text{ш.}}$



$F_{\text{тр}}$ на шайбу зависит.

от N а $N = \dots$ в общем случае $N = mg \cos \alpha$;

т.е. по оси Oz шайба не движется, а сила трения имеет к ней нулевую проекцию $\Rightarrow$ $F_{\text{тр}}$ в общем случае $\dots$ $a_{\text{ш.}} = \frac{g}{c^2}$, ускорение

направлено вдоль оси Ox . (сила трения в общем сл. одинаков. по модулю, но разн. по напр.)

$mg \cos 30^\circ - F_{\text{тр}} = m a_{\text{ш.}}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☒4
☐5
☐6
☐7
☐СТРАНИЦА
2 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{aligned} & \left\{ \begin{aligned} F_{\text{mp}} \cdot \sin \alpha &= m a_{\text{ц1}} \\ \cancel{F_{\text{mp}}} \cdot \sin \alpha - F_{\text{mp}} &= m a_{\text{ц2}} \end{aligned} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{aligned} 2mg \sin \alpha &= m(a_{\text{ц1}} + a_{\text{ц2}}) \\ F_{\text{mp}} &= m a_{\text{ц1}} - mg \sin \alpha \end{aligned} \right. \Leftrightarrow \\ & \Leftrightarrow \left\{ \begin{aligned} \sin \alpha &= \frac{a_{\text{ц1}} + a_{\text{ц2}}}{2g} \\ F_{\text{mp}} &= m a_{\text{ц1}} - mg \sin \alpha \end{aligned} \right. \Leftrightarrow \left\{ \begin{aligned} \sin \alpha &= 0,6 \\ F_{\text{mp}} &= 9,2 \text{ кг} \cdot \left(\frac{8 \text{ м}}{\text{с}^2} - \frac{6 \text{ м}}{\text{с}^2} \right) \end{aligned} \right. \Leftrightarrow \\ & \Leftrightarrow \left\{ \begin{aligned} \sin \alpha &= 0,6 \\ F_{\text{mp}} &= 9,4 \text{ Н} \end{aligned} \right. \end{aligned}$$

Итого кини оставался в равновесии, сила на ось Oy должна быть сбалансирована.

Силами mg и T .

~~Итого кини оставался в равновесии~~ теперь кини проецируем силы $\vec{F}_{\text{mp1}}$ и $\vec{T}$ на ось Oy; тогда кини F_{mp1} равен: $\cos \alpha = 0,8$.

проекция $\vec{F}_{\text{mp1}}$ на Oy равен $0,4 \text{ кг} \cdot \cos \alpha = -0,32 \text{ Н}$.

а у кини $\vec{T}$ на Oy; $-\sin \alpha \cdot T$.

$T = 12 \text{ Н}$.

у кини $\vec{T}$ на Oy; $-\sin \alpha \cdot \cos \alpha \cdot mg = -0,96 \text{ Н}$.

получается, что тогда I предположение кини верно

в равновесии: $F_{\text{mp1}} = 1,28 \text{ Н}$; во II предположение кини верно F_{mp1} равен $0,64 \text{ Н}$ и $F_{\text{mp1}} = 0,64 \text{ Н}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐

2
☐

3
☒

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
3 из 3

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

потому максимальной $F_{\text{тр макс}} = 1,28 \text{ Н}$.

чтобы клин находился в покое; то

$\mu N_{\text{nn}} \geq F_{\text{тр макс}}$; N_{nn} — сила реакции со стороны
в $\mu \geq \frac{F_{\text{тр макс}}}{N_{\text{nn}}}$
~~в~~ плоскости на клин.

$$N_{\text{nn}} = 2mg + N \cos \alpha; \quad N_{\text{nn}} = 2mg + mg \cos \alpha;$$

$$N_{\text{nn}} = 2mg + 0,64mg = 2,64mg.$$

$$N_{\text{nn}} = 5,28 \text{ Н}.$$

$$\mu \geq \frac{1,28 \text{ Н}}{5,28 \text{ Н}}; \quad \mu \geq \frac{128}{528}; \quad \mu \geq \frac{32}{132}; \quad \mu \geq \frac{8}{33}.$$

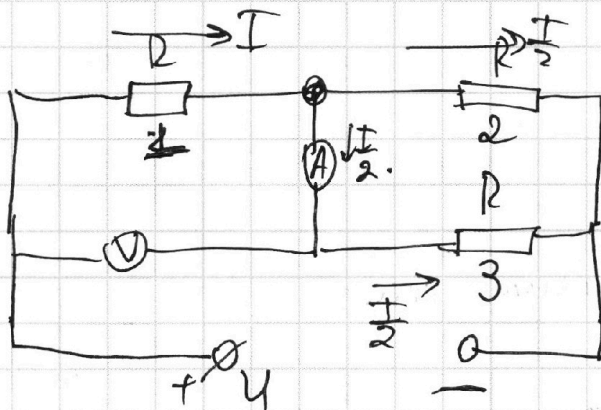
$$\text{ответ: } \sin \alpha = 0,6; \quad F_{\text{тр}} = 1,28 \text{ Н}; \quad \mu \geq \frac{8}{33}.$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7 СТРАНИЦА 1 из 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



п.ч. сопротивление вольтметра по сравнению с резистором очень велико, а сопр. амперметра пренебрежимо мало с R ; то ток текущий через вольтметр будет пренебрежимо мал.

через 1 резистор ток I ; тогда через 2 и 3, $\frac{I}{2}$ и $\frac{I}{2}$.

$$I R_1 + \frac{I}{2} \cdot R = U; U_B = I R; U_B = 20 \text{ В}$$

$$1,5 I R = U$$

$$I = \frac{U \cdot 2}{R \cdot 3}; I = \frac{60 \text{ В}}{300 \text{ Ом}}; I = 0,2 \text{ А}$$

$$P_1 = I^2 R; P_2 = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R; P_3 = \left(\frac{I}{2}\right)^2 R$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3; P = I^2 R + \frac{I^2 R}{4} + \frac{I^2 R}{4}; P = 1,5 I^2 R;$$

$$P = 1,5 \cdot 0,04 \text{ А}^2 \cdot 1000 \text{ Ом}; P = 6 \text{ Вт}$$

$$\text{ответ: } P = 6 \text{ Вт}; U_B = 20 \text{ В}; I = 0,2 \text{ А}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1
☐2
☐3
☐4
☐5
☒6
☐7
☐СТРАНИЦА
18 ИЗ 1

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$m_b = m_n = m$: Поели уст. равновесия в калориметре
остатков и вода и лёд $\Rightarrow$ уст. температура 0°C .

m_{b1} - полуз. масса воды; m_{n1} - полуз. масса льда.

$$\begin{cases} \frac{m_{n1}}{m_{b1}} = n \\ m_{n1} + m_{b1} = 2m \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m_{n1} = \frac{2}{3} m_{b1} \\ \frac{2}{3} m_{b1} + m_{b1} = 2m \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} m_{b1} = \frac{14}{16} m \\ m_{n1} = \frac{18}{16} m. \end{cases}$$

$\Rightarrow \frac{2}{16} m$ превратилось в лёд $\Rightarrow \delta = \frac{2}{16} m$; $\boxed{\delta = 0,125}$
то - уст. темп. вода 0°C . вода превр. в лёд.

t_1 - уст. темп. воды. (в условии это t_2 ; но мне удобнее t_1).

$$\begin{aligned} m_A (0 - t_1) &= t_1 \cdot m_b + \delta m_b \cdot \lambda \quad m_n \cdot c_n (0 - t_1) = t_1 m_b (c_b + \delta m_b \cdot \lambda) \\ - m t_1 &= t_1 m + \frac{1}{8} m \cdot \lambda \quad m \cdot c_n (0 - t_1) = t_1 m (c_b + \delta m \cdot \lambda) \\ - t_1 &= t_1 + \frac{1}{8} \lambda \end{aligned}$$

Отсюда: $\delta = 0,125$;

$t_2 = -40^\circ\text{C}$,

$$- c_n t_1 = t_1 c_b + \delta \cdot \lambda$$

$$t_1 = - \frac{t_1 c_b + \delta \cdot \lambda}{c_n};$$

$$t_1 = - \frac{10^\circ\text{C} \cdot 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} + \frac{1}{8} \cdot 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}$$

$$t_1 = - \frac{42000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}} + 42000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}}{2100 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}}$$

$$t_1 = -40^\circ\text{C} \Rightarrow \boxed{t_2 = -40^\circ\text{C}}$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1
☐

2
☐

3
☐

4
☐

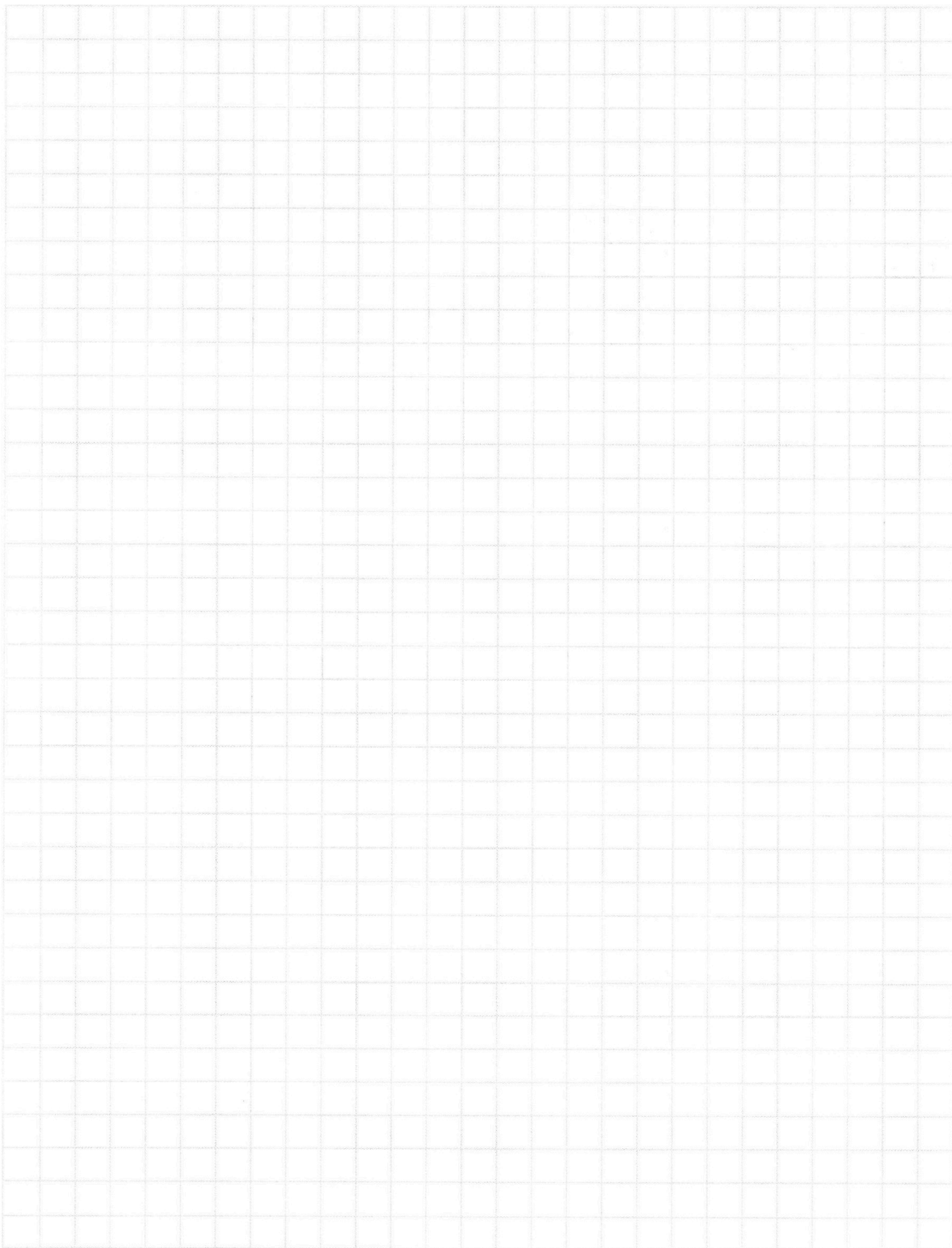
5
☐

6
☐

7
☐

СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

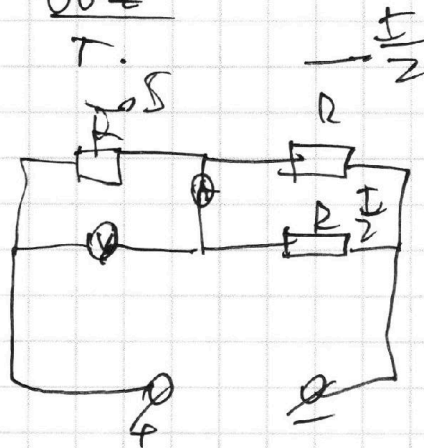
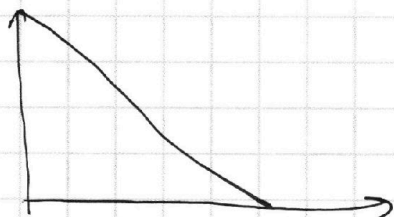
СТРАНИЦА
__ ИЗ __

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T} \right) = \vec{v}_0 - \frac{\vec{v}_0 t}{T}$$

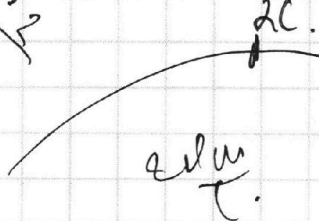
$$v(t) = v_0 - \frac{v_0 t}{T}$$

$t < T$



$$\frac{mv \cdot c^2}{c^2 \cdot 2m}$$

$$\frac{p \cdot \sqrt{3}}{2}$$



2C

$$\sqrt{\frac{20}{3}}$$

$$\sqrt{\frac{20}{3} + 400}$$

$$\sqrt{\frac{20}{3}}$$

$$\sqrt{\frac{1600}{3}}$$

$$\frac{1600}{15} \cdot \frac{15}{1}$$

$$\frac{1600}{5} = 320$$

$$v = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{m}{T}$$

$$\frac{20}{v_0} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{20}{v_0} = \frac{\sqrt{3} \cdot 2}{2}$$

$$\frac{20}{v_0} = \sqrt{3}$$

$$v_0 = \frac{20}{\sqrt{3}}$$

$\sin 60$

$$v \sin 60 = 20$$
$$v \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 20$$

