

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

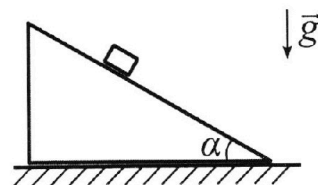
1. Шайба массой $m=0,2$ кг движется поступательно по гладкой горизонтальной плоскости. Скорость шайбы изменяется со временем по закону $\vec{v}(t) = \vec{v}_0 \left(1 - \frac{t}{T}\right)$, здесь $\vec{v}_0$ – вектор начальной скорости, модуль начальной скорости $v_0 = 4$ м/с, постоянная $T = 2$ с.

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 $t = T$.

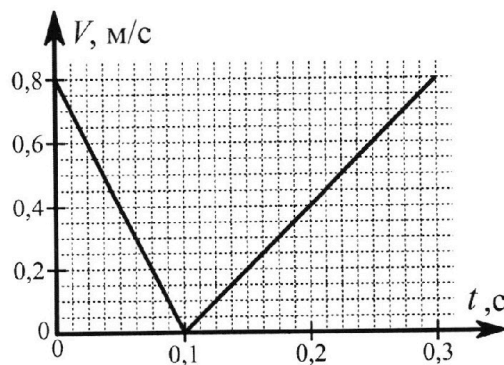
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Через $T = 4$ с мяч падает на площадку. Известно, что отношение максимальной и минимальной скоростей мяча в процессе полета $\frac{v_{MAX}}{v_{MIN}} = n = 2$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Силу сопротивления воздуха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





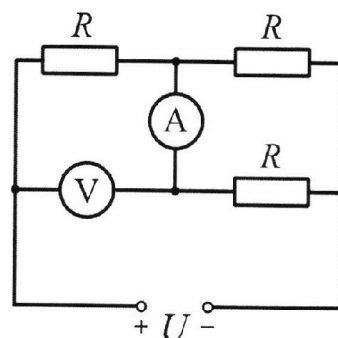
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2025

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 2

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!

Дано
 $m = 0,2 \text{ кг}$

$V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$T = 2 \text{ с}$

$S = ?$

$P = ?$

$A = ?$

Решение, имеем $\vec{V}(t) = \vec{V}_0(1 - \frac{t}{T}) = V_0 - \frac{V_0}{T}t$ получим,

это по закону V зависит линейно от t , заметим

это при равноускоренном движении имеем закон

$\vec{V}(t) = \vec{V}_0 + \vec{a}t$, где V_0 - начальная скорость, $\vec{a}$ - ускорение

и тут также зависимость скорости от времени линейная,

$\Rightarrow$ шайба движется равноускоренно с ускорением равным a

$$a = -\frac{V_0}{T} = -\frac{4}{2} = -2 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Теперь найдем S, P, T .

1) $t_1 = 0$; $t_2 = 4T$, получим, что скорость обнулится

при $t = T$, откуда, тело меняет направление, значит,

перемещение тела, равно пути, так как нам надо найти путь

то разобьем движение на 2 участка, до остановки и после,

тогда получим два временных промежутка: 1) от $t_1 = 0$ до $t_2 = T$

2) от $t_3 = T$ до $t_4 = 4T$, ну

перемещение на каждом из этих участков равно пути, ведь не было

смены направления, тогда $S = S_1 + S_2$

$$S_1 = V_{p1}(t_2 - t_1) = \frac{V(t_1) + V(t_2)}{2} \cdot (t_2 - t_1) = \frac{V(0) + V(T)}{2} \cdot (T - 0) = \frac{V}{2} \cdot T = 4 \text{ м}$$

$$S_2 = |V_{p2}|(t_4 - t_3) = \left| \frac{V(t_3) + V(t_4)}{2} \right| \cdot (t_4 - t_3) = \left| \frac{-V(T) + V(4T)}{2} \right| \cdot (4T - T) = \frac{3V}{2} \cdot 3T = 36 \text{ м}$$

$$S = S_1 + S_2 = 40 \text{ м}$$



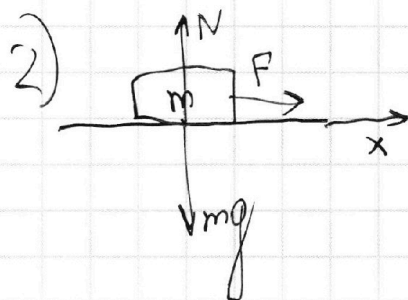
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи отдельно.



СТРАНИЦА

2 ИЗ 2

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!



по 2-й 3-й Ньютону

~~$ma =$~~ $m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{N}$

~~$ma =$~~ $F + 0 + 0 =$

$$F = ma = \frac{mv}{t} = \frac{0,2 \cdot 4}{2} = 0,4 \text{ Н}$$

3) А за время от 0 до t равен $F \cdot S_1 =$

$$\Rightarrow A \cdot F S_1 = \frac{mv}{t} \cdot \frac{vt}{2} = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,2 \cdot 16}{2} = 1,6 \text{ Дж}$$

Ответ: $S = 40 \text{ м}$; $F = 0,4 \text{ Н}$; $A = 1,6 \text{ Дж}$

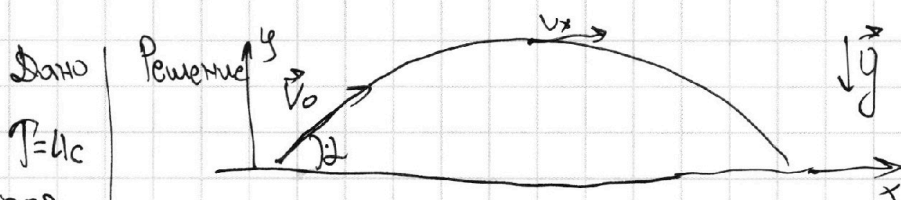


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!



Дано
 $T = 4\text{с}$
 $n = 2$
 $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$
 $H = ?$
 $S = ?$
 $R = ?$

найдем, что за время полета горизонтальная компонента скорости не менялась, менялись только вертикальная $\Rightarrow$ в самом начале мы имели максимальную скорость т.к.

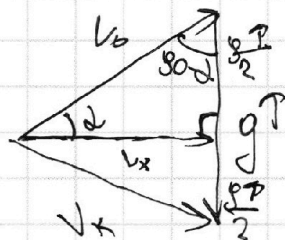
вертикальная компонента может только уменьшаться в первой половине времени и увеличиваться до своего начального значения за 2-ую половину времени. $\Rightarrow V_{\text{max}} = V_0$, а $V_{\text{min}} = V_x$ т.к.

у этой скорости вертикальная компонента равна 0

Построим векторный Δ скоростей

$$\frac{V_{\text{max}}}{V_{\text{min}}} = n, \text{ по условию } \Rightarrow$$

$$V_{\text{max}} = V_{\text{min}} \cdot n, \text{ но т.к. } V_{\text{min}} = V_{\text{max}} \cdot \cos \alpha, \text{ то}$$



$$V_{\text{max}} = V_{\text{max}} \cdot \cos \alpha \cdot n \Rightarrow \cos \alpha = \frac{1}{n}, \text{ из симметрии в движении}$$

$V_x = V_0$, а V_x - медиана в равнобедр. $\Delta \Rightarrow$ сторона gT делится пополам.

$$\frac{gT}{2} = V_0 \sin \alpha, \quad \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}, \text{ по ост. триг.}$$

$$\text{тогда } \Rightarrow V_0 = \frac{gT}{2 \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}} = \frac{10 \cdot 4}{2 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{n^2}}} = \frac{10 \cdot 4}{2 \cdot \frac{\sqrt{n^2 - 1}}{n}} = \frac{10 \cdot 4}{2 \cdot \frac{\sqrt{4 - 1}}{2}} = \frac{40}{\sqrt{3}} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$\cos \alpha = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$, значит вектор начальной скорости и g составляет угол в 30° .



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 2

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!

Найдем метры H, S и R

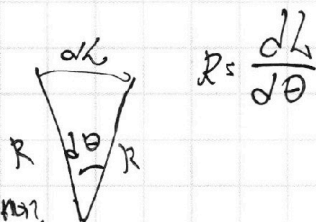
$$\sin 2\alpha = 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{\left(\frac{gT^2}{2\sqrt{1-\cos^2 2\alpha}}\right)^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{g^2 T^2 \cdot (1-\cos^2 2\alpha)}{4(1-\cos^2 2\alpha) \cdot 2g} = \frac{gT^2}{8} = \frac{10 \cdot 16}{8} = 20 \text{ м}$$

$$S = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{\left(\frac{gT^2}{2\sqrt{1-\cos^2 2\alpha}}\right)^2 \cdot 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{g} = \frac{g^2 T^2 \cdot 2 \cdot \sqrt{1-\cos^2 2\alpha} \cdot \cos \alpha}{4(1-\cos^2 2\alpha)g}$$

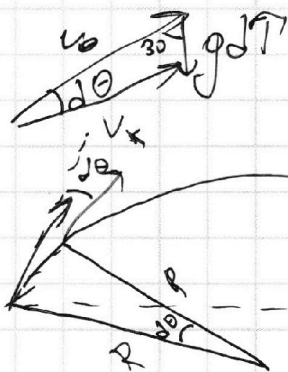
$$= \frac{gT^2 \cdot \cos \alpha}{2\sqrt{1-\cos^2 2\alpha}} = \frac{gT^2 \cdot \frac{1}{2}}{2\sqrt{1-\frac{1}{4}}} = \frac{gT^2}{2\sqrt{\frac{3}{4}}} = \frac{gT^2}{2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{gT^2}{\sqrt{3}} = \frac{10 \cdot 16}{\sqrt{3}} = \frac{80}{\sqrt{3}} \approx \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$$

R , найдем, что R определяется как

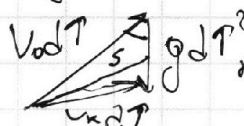


$$R = \frac{dL}{d\theta}$$

Запишем векторный Δ скорости в самом нп.



найдем, что если радиус повернулся на $d\theta$, то и скорости повернулись на $d\theta$.



найдем S , в нашем случае

$$S \approx dL \quad \text{но } dL \approx R \cdot d\theta \quad \text{найдем что}$$

вектор $g dT^2 \rightarrow 0$ т.к. dT мало $\Rightarrow$ ~~$S \approx V_0 dT$~~

$\Rightarrow S \approx V_0 dT$ можно также сказать, что V_k очень мало времени

$\approx V_0$ $\Rightarrow$ в а скр по т.е. $\frac{V_k}{\sin 30} \approx \frac{g dT}{\sin 30}$ т.к. $\sin d\theta \approx d\theta$, то

$$V_0 \cdot d\theta = g dT \cdot \sin 30 \Rightarrow d\theta = \frac{g dT \cdot \sin 30}{V_0}$$

$$R = \frac{dL}{d\theta} = \frac{V_0 dT V_0}{g dT \cdot \sin 30} = \frac{V_0^2}{g \sin 30} = \frac{10^2}{9 \cdot \frac{1}{2}} = \frac{100}{4.5} = \frac{200}{9} \approx \frac{320}{3} \text{ м}$$

Ответ: $H = 20 \text{ м}$; $S = \frac{80\sqrt{3}}{3} \text{ м}$; $R = \frac{320}{3} \text{ м}$



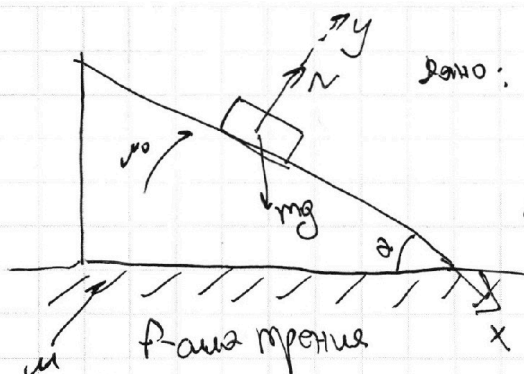
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



дано: $m = 0,2 \text{ кг}$

$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

$\sin \alpha = ?$

$\cos \alpha = ?$

$F_{тр} = ?$

$\mu = ?$

1) у нас есть два случая для рассмотрения движения: сначала, вверх вниз, тогда

в проекции на ось x на нас будут действовать сила тяжести и сила трения, но в разных случаях они складываются по-разному: $mg \sin \alpha + F$ (движение вверх), а во 2-ом случае вычитаются (движение вниз) $mg \sin \alpha - F \Rightarrow$ при движении вверх будет большее ускорение. из формулы $a_1 = \frac{0 - (-0,8 \frac{\text{м}}{\text{с}})}{0,1} = 8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $a_2 = \frac{0,8 - 0}{0,2} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ $\Rightarrow$ 1-ый участок

соответствует движению вверх, а 2-ой вниз.

тогда по 2-ой 3-й Ньютону $\begin{cases} m a_1 = mg \sin \alpha + F(1) \\ m a_2 = mg \sin \alpha - F(2) \end{cases}$ на ось.

$$(1) + (2) \quad m(a_1 + a_2) = 2mg \sin \alpha \Rightarrow \sin \alpha = \frac{a_1 + a_2}{2g} = \frac{8 + 4}{20} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5}$$

$$\text{по } y: \quad N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \Rightarrow \text{при } \sin \alpha = \frac{3}{5} \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \sqrt{1 - \frac{9}{25}} = \frac{4}{5} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} = 1,6 \text{ Н}$$

$$\text{найдём } F, \text{ из (1)} \quad F = m a_1 - mg \sin \alpha = m(a_1 - g \sin \alpha) = 0,2(8 - 10 \cdot \frac{3}{5}) = 0,4 \text{ Н}$$

$$\text{так как сначала скользили то } F = F_{ок} = \mu N \Rightarrow \mu = \frac{F}{N} = \frac{0,4}{1,6} = \frac{1}{4}$$



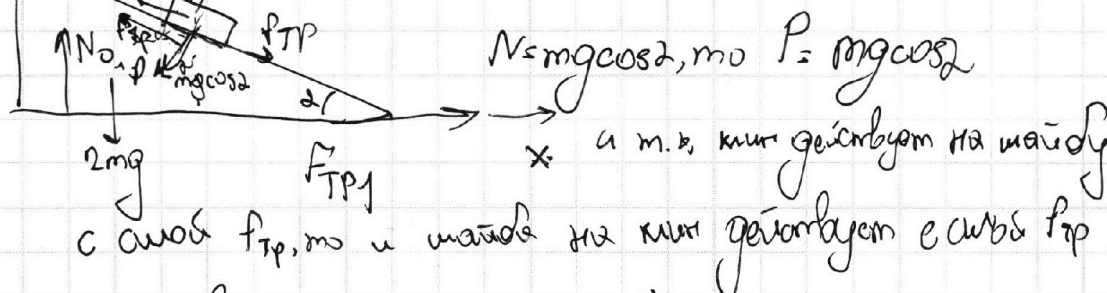
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!

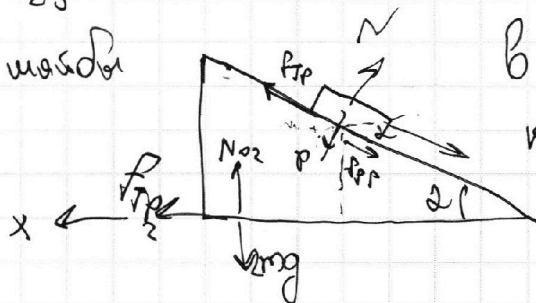
2) Теперь найдем F_{TP} для кинга: в двух случаях: 1) для порыва шайбы;
по 3-3-м Ньютона $|P| = |A|$ т.к.



т.к. кинг в покое, то по 2-3-м Ньютона

$$\begin{aligned} OX: F_{TP1} - f_{TP} \cos \alpha &= 0 \Rightarrow F_{TP1} - f_{TP} \cos \alpha - mg \cos \alpha \sin \alpha = \\ \Rightarrow F_{TP1} &= f_{TP} \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha = 0,4H \cdot \frac{4}{5} + 0,2 \cdot 10 \cdot \frac{4}{5} \cdot \frac{3}{5} = \\ &= \frac{6}{5} + \frac{24}{25} = \frac{34}{25} H \end{aligned}$$

2) для срыва шайбы



В этот случае все моменты
края того, что
силы трения f_{TP}
направлены

по 2-3-м Ньютона

$$\begin{aligned} 0 &= F_{TP2} - f_{TP} \cos \alpha + mg \cos \alpha \sin \alpha \Rightarrow F_{TP2} = f_{TP} \cos \alpha - mg \cos \alpha \sin \alpha = \\ &= \frac{6}{5} - \frac{24}{25} = \frac{6}{25} H \end{aligned}$$

$$\text{т.к. } F_{TP1} > F_{TP2}, \text{ то } F_{TP1} = F_{TP} = \frac{34}{25} H$$



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!

3) Найти N_{01} и N_{02}

N_{01} : по 2-ому 3-м Ньютона на ось:

$$N_{01} - 2mg - mg \cos^2 \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha = 0$$

$$N_{01} = 2mg + mg \cos^2 \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha = 2 \cdot 0,2 \cdot 10 + 10 \cdot 0,2 \cdot \frac{16}{25} - 0,4 \cdot \frac{3}{5} =$$

$$= 4 + \frac{32}{25} - \frac{12}{25} = \frac{100 + 32 - 12}{25} = \frac{120}{25} = 4,8 \text{ Н}$$

N_{02} : по 2-3-м Ньютона на ось:

$$N_{02} - 2mg - mg \cos^2 \alpha - F_{\text{тр}} \sin \alpha = 0$$

$$N_{02} = 2mg + mg \cos^2 \alpha + F_{\text{тр}} \sin \alpha = 4 + \frac{32}{25} + \frac{12}{25} = \frac{138}{25} \text{ Н}$$

Получим, что если $F_{\text{тр}1}$ и $F_{\text{тр}2} = F_{\text{тр} \text{скл}1}$ и $F_{\text{тр} \text{скл}2}$, то

$F_{\text{тр}1} = \mu_1 N_{01}$, а $F_{\text{тр}2} = \mu_2 N_{02}$ из этого мы получим $\mu_1 = \mu_2$.

$$\mu_1 = \frac{F_{\text{тр}1}}{N_{01}} = \frac{\frac{54}{25}}{\frac{120}{25}} = 0,45$$

$$\mu_2 = \frac{F_{\text{тр}2}}{N_{02}} = \frac{\frac{6}{25}}{\frac{138}{25}} = \frac{6}{138} = \frac{3}{69} = \frac{1}{23}$$

видно, что $\mu_1 \neq \mu_2$, а т.к. нам надо выбрать μ , удовлетвр. обим

случаям, то берем $\mu_1 \neq \mu_2$ и $\mu_1 \neq \mu_2$

$$\mu \geq 0,5$$

$$\text{Ответ: } \sin \alpha = \frac{3}{5}; F_{\text{тр}} = \frac{54}{25} \text{ Н}; \mu \geq 0,5$$

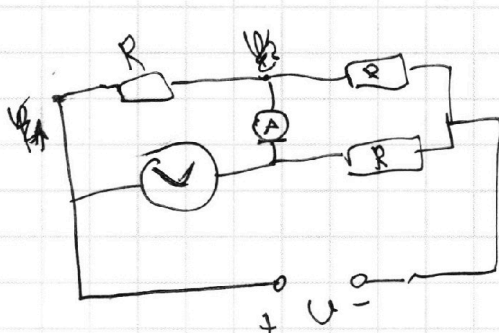


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

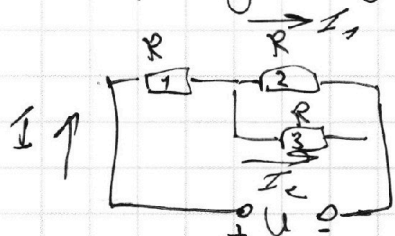
СТРАНИЦА
1 ИЗ 1

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!



Решо $U = 30 \text{ В}$
 $R = 100 \text{ Ом}$
 Найти:
 $I = ?$
 $U_V = ?$
 $P = ?$

Вспомогательные т.к. по условию сопротивление вольтметра много больше R , а сопротивление амперметра много меньше R , то через вольтметр ток не течет, а амперметр можно заменить на перемычку. Получим экв. схему.



Пусть по цепи течет ток I , тогда т.к. резисторы 1 и 2 параллельны, то $U_1 = U_2$ и т.д. $R_1 = R_2$ по уcu, то $I_1 = I_2$ и по 1-ой праву

Кирхгофа $I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_1 = I_2 = \frac{I}{2}$, тогда найдем, что $U = U_1 + U_2$ т.д.

найдем ток $\Rightarrow U = I R + \frac{I}{2} R \Rightarrow U = \frac{3}{2} I R \Rightarrow \frac{30}{100 + \frac{100}{2}} = \frac{30}{150} = \frac{1}{5} \text{ А}$

Вольтметр показывает напряжение $U_V = I_2 R = \frac{1}{5} \text{ А} \cdot 100 \text{ Ом} = 20 \text{ В} \Rightarrow$

$\Rightarrow U_V = 20 \text{ В}$. Теперь найдем P т.к. через вольтметр ток не течет, а сопротивление амперметра очень мало, то $P_A = P_V = 0 \Rightarrow$

$\Rightarrow P = P_1 + P_2 + P_3$, где P_1, P_2, P_3 - мощности выдел. на резисторах 1, 2 и 3

соотв $\Rightarrow P = I^2 R + \frac{R}{4} I^2 + \frac{R}{4} I^2 = I^2 R (1 + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}) = I^2 R \cdot \frac{3}{2} = \frac{1}{25} \cdot 100^2 \cdot \frac{3}{2} = 600 \text{ Вт}$

Ответ: $I = \frac{1}{5} \text{ А}$; $U_V = 20 \text{ В}$; $P = 600 \text{ Вт}$



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!

Дано

$$t_1 = 10^\circ\text{C}$$

$$n = \frac{8}{7}$$

$$c_1 = 2,1 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$\lambda = 3,36 \cdot 10^5 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$$

$$c_2 = 4,2 \cdot 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$$

$$t_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$t_0 = ?$$

$$t_2 = ?$$

Решение пусть m - масса воды и льда (пусть они равны),
 а m_0 - масса ~~раствора~~ воды, превратившейся в лед, тогда
 по условию

$$\frac{m + m_0}{m - m_0} = \frac{8}{7} \Rightarrow 7m + 7m_0 = 8m - 8m_0$$

$$16m_0 = 2m$$

$$m_0 = \frac{m}{8} =$$

$$\Rightarrow d = \frac{m_0}{m} = \frac{\frac{m}{8}}{m} = \frac{1}{8}$$

составим уравнение теплового баланса

$$\sum Q_i = 0$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0 \Leftrightarrow$$

$$Q_1 = c_1 \cdot m \cdot (0 - t_2) \Leftrightarrow c_1 \cdot m \cdot (-t_2) + c_2 \cdot m \cdot (-t_1) + \frac{m}{8} \lambda = 0 \quad | \cdot \frac{1}{m}$$

$$Q_2 = c_2 \cdot m \cdot (0 - t_1)$$

$$= c_1 t_2 - c_2 t_1 + \frac{\lambda}{8} = 0$$

$$Q_3 = \frac{m}{8} \lambda$$

$$c_1 t_2 = -\frac{\lambda}{8} - c_2 t_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{-\frac{\lambda}{8} - c_2 t_1}{c_1} = \frac{-\frac{3,36 \cdot 10^5}{8} - 4,2 \cdot 10^3 \cdot 10}{2,1 \cdot 10^3} = \frac{-42 - 42}{2,1} = \frac{-84}{2,1} = -40^\circ\text{C}$$

Ответ: $d = \frac{1}{8}$

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



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
☐

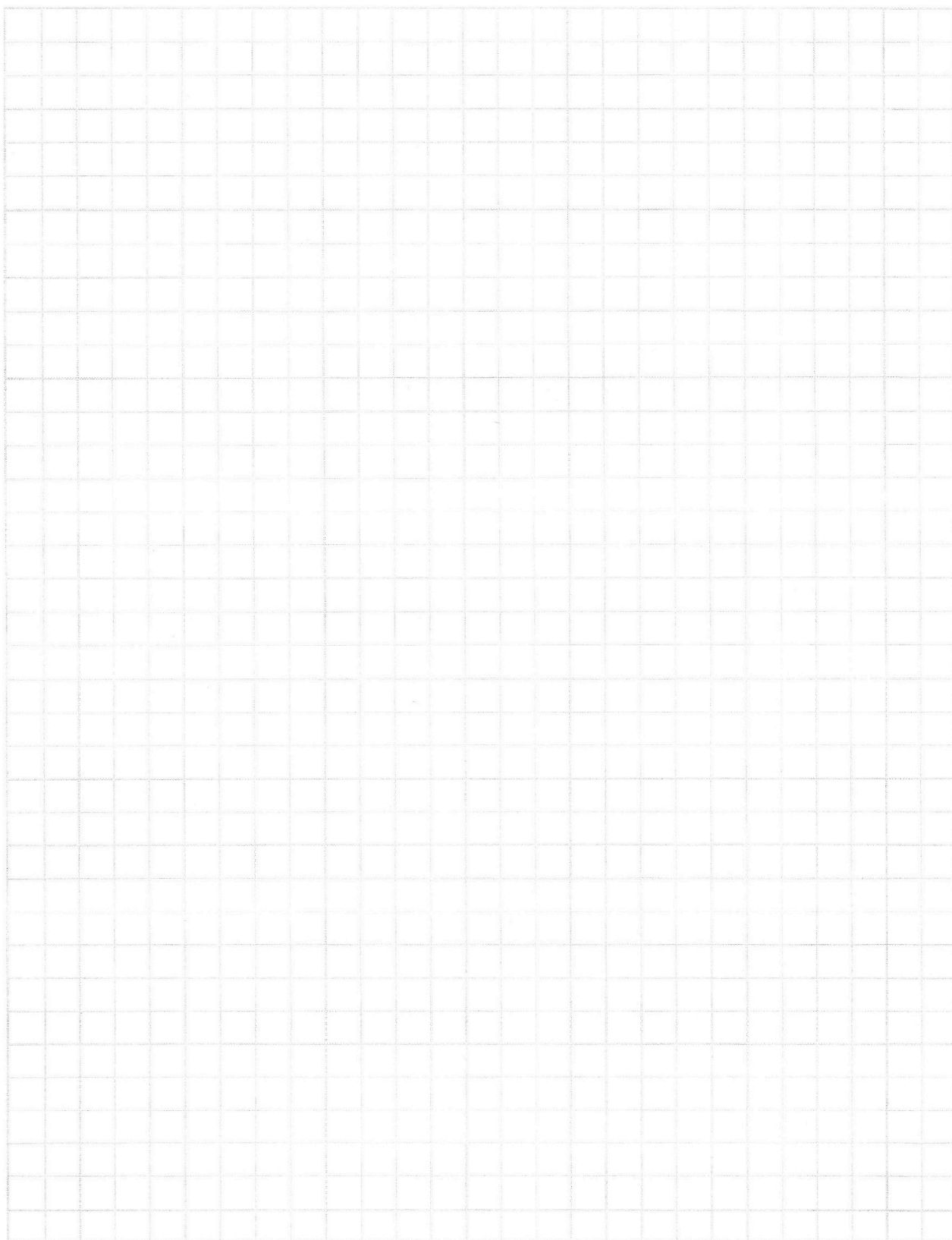
5
☐

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!





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!

$$V(t) = V_0 - \frac{V_0 t}{T}$$

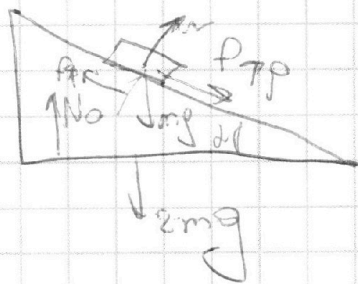
$$t_{\text{сб}} = V = V_0$$

$$t + 4T = V = V_0 \left(1 - \frac{4T}{T}\right) = -3V_0 \quad \text{---}$$

$$\frac{V_0 T}{2} + \frac{3V_0 3T}{2} = S \quad 1,6 | 4$$

$$\frac{V_0}{T} = \frac{1}{\frac{1}{a^2}} \cdot \frac{ma \pm F}{0} \quad \frac{V_0 T}{2} \cdot F = \frac{V_0 T \cdot ma}{2} =$$
$$= \frac{V_0 T \cdot m \cdot \frac{V_0}{T}}{2} = \frac{V_0 m}{2}$$

$$V(t) = V_0$$
$$V(t) = V_0 \cdot \frac{V_0}{T}$$



$$m a_1 = P - m g \sin \alpha$$
$$m a_2 = m g \sin \alpha - P$$

$$\frac{0,4}{1,6} = \frac{0,1}{0,6} = \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{4} \cdot 1,8 =$$

$$\lg 2 \cdot \frac{5m}{100} = \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4}$$

$$\frac{13,8}{12} \cdot \frac{12}{100}$$

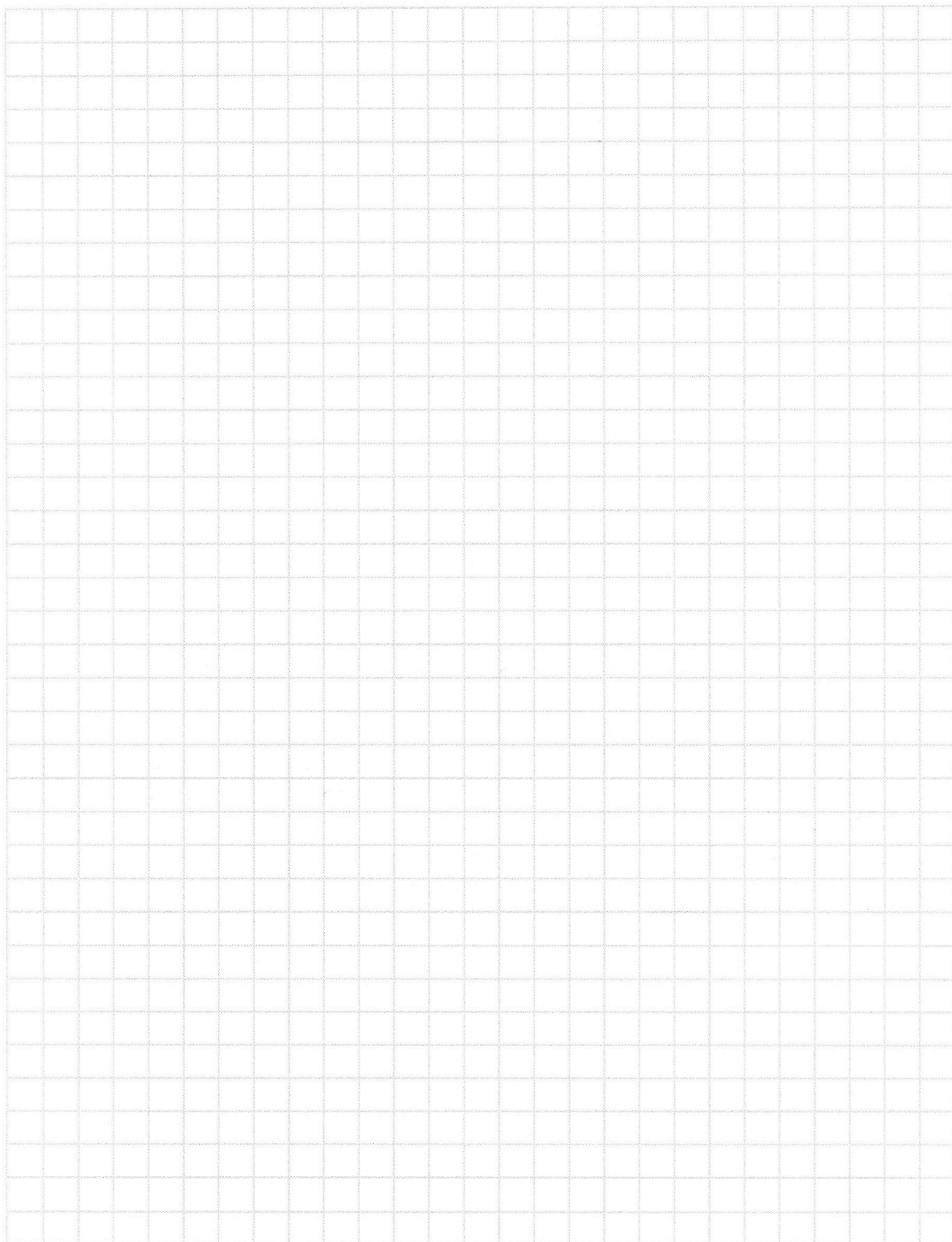


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в **решении каждой задачи отдельно**.

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!



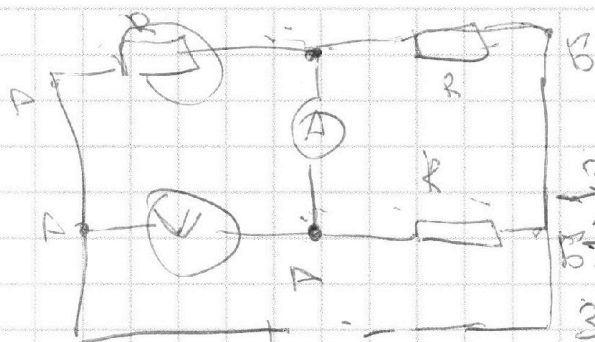


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении **каждой** задачи **отдельно**.

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!



$$\begin{array}{r} 336 \\ 42 \\ \hline 134 \\ 336 \\ 42 \\ \hline 284 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3980 \quad 21 \\ 21 \quad 180 - m \cdot 2 \cdot C_B - \\ 188 \\ 168 \\ 0 \\ \hline 3980 \quad 21 \\ 24 \quad 12 \\ \hline -180 \end{array}$$

$$(V_0)(1 - \frac{t}{T}) + V_0(1 - \frac{t}{T}) = V_0(1) - (\frac{t}{T})$$

$$= V_0(1 - \frac{t}{T})$$

$$V_0(\frac{T-t}{T})$$

$$2.1 \cdot 10^3 \cdot 180 = 4.2 \cdot 10^3 \cdot 10 + \frac{3.36 \cdot 10^8}{8}$$

$$t_2 C_A - t_1 C_B - \lambda = 0$$

$$\frac{336 - 42}{2.1}$$

$$m \cdot C_A(t_2) = m \cdot C_B(t_1) + \frac{m}{8} \lambda$$

$$C_A t_2 = C_B t_1 + \frac{\lambda}{8}$$

$$t_2 = \frac{C_B t_1 + \frac{\lambda}{8}}{C_A} = \frac{3.36 \cdot 10^8 + 10 \cdot 4.2 \cdot 10^3}{2.1 \cdot 10^3} = \frac{m}{8} = \frac{1}{8}$$

$$t_2 = \frac{C_B t_1 + \frac{\lambda}{8}}{C_A} = \frac{4.2 \cdot 10^3 \cdot 10 + 3.36 \cdot 10^8}{2.1 \cdot 10^3}$$

$$\frac{336}{32} \quad \frac{8}{42} \quad 9m + 2m_0 = 8m - 8m_0$$

$$\begin{array}{r} 336 \quad 21 \\ 21 \quad 1860 \\ 126 - 160 \cdot 2.1 \cdot 10^3 - \frac{1}{8} \cdot 3.36 \cdot 10^8 \end{array}$$

$$\frac{42 + 336}{2.1} = \frac{378}{2.1} = \frac{3980}{2.1}$$



$$m_0 + m = \frac{m - m_0}{2} \Rightarrow 16m_0 = 2m \Rightarrow m_0 = \frac{m}{8}$$

$$m \cdot C_A(t_2) = m \cdot C_B(t_1) + \frac{m}{8} \lambda$$

$$t_2 = \frac{2t_1 + t_2}{3} = \frac{2 \cdot 10 + 180}{3}$$

$$C_A(t_2) = C_B(t_1) + \frac{\lambda}{8} \Rightarrow 3.1 \cdot 10^3 t_2 = 4.2 \cdot 10^3 (t_1 + t_2)$$

$$t_0 - t_1 = 2t_1 - 2t_0$$

$$42 - 20t_2 = 126 - 160 \cdot 2.1 \cdot 10^3 - \frac{1}{8} \cdot 3.36 \cdot 10^8$$

$$IR = \frac{U}{2R} = \frac{U}{2 \cdot 10^3}$$

$$U_B = IR$$



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.

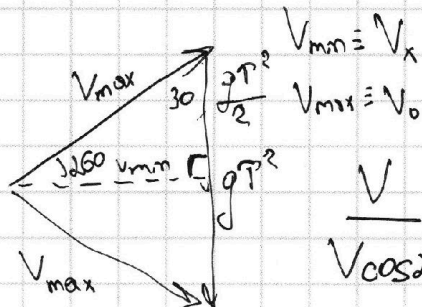
1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

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!

Дано
 $T = 4c$
 $n = 2$
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$

H-?
 S-?
 R-?



$$\cos 2 = \frac{1}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow 2 = 60^\circ$$

$$V_{max} \cos 30 = \frac{gT}{2}$$

$$V_0 = \frac{gT}{2 \cos 30}$$

$$H = \frac{V_0^2 \sin^2 2}{2g}$$

$$L = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

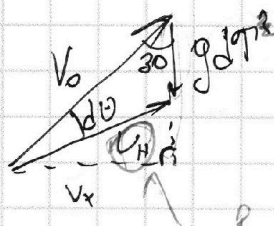
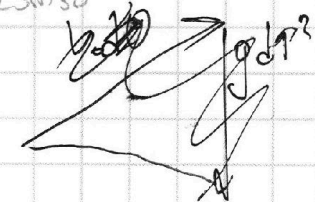
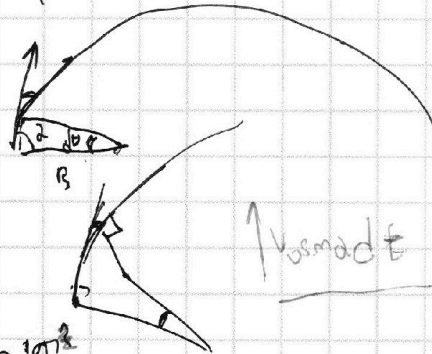
$$\sin 120 = \sin 60$$



$$R = \frac{dl}{d\theta}$$

$$\frac{dl}{R} \leq d\theta$$

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



$$V_x^2 = V_0^2 - 2gh$$

$$\frac{V_x^2}{2} = \frac{V_0^2}{2} - gh$$

$$V_x^2 = V_0^2 - 2gh$$

$$V_x = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$$

$$d\theta = \frac{gdt \sin 30}{V_x}$$

$$\frac{V_{12}}{\sin 30} = \frac{gdt}{d\theta}$$

