



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту $A \rightarrow B$ в безветренную погоду составляет $T_0=400$ с. Расстояние AB равно $S=9,6$ км.

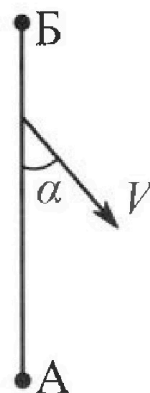
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 16$ м/с под углом α к прямой AB (см. рис.) таким, что $\sin \alpha = 0,6$.

2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту $A \rightarrow B$ в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U .

3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ максимальная? Движение аппарата прямолинейное.

4. Найдите максимальную продолжительность $T_{\max}$ полета по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$. Движение аппарата прямолинейное.



2. Школьник наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через $t_1 = 1$ с и $t_2 = 2$ с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости повернулся на угол $2\beta = 60^\circ$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите продолжительность T полета от старта до падения на площадку.

2. Найдите максимальную высоту H полета.

3. Найдите радиус R кривизны траектории в момент времени $t_1 = 1$ с.

3. Клин с углом при вершине $\alpha = 30^\circ$ находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоится однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны $m=1$ кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

1. Найдите горизонтальную силу F , которой систему удерживают в покое.

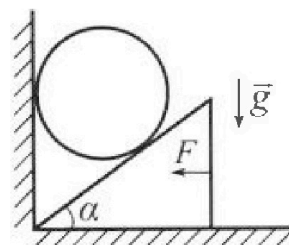
Силу F снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на $H=0,8$ м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

2. Найдите перемещение h шара после соударения до первой остановки.

3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.

4. При каком значении угла α ускорение клина максимальное?

5. Найдите максимальное ускорение $a_{\max}$ клина.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

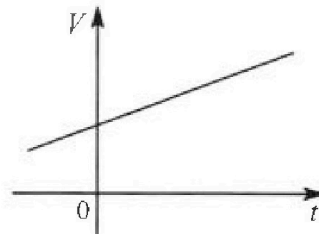
Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками $t_1 = 35^\circ\text{C}$ и $t_2 = 42^\circ\text{C}$ равно $L=5$ см. В термометре находится $m=2$ г ртути.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем ртути в $\beta = 1,018$ раза больше объема ртути при $t_0 = 0^\circ\text{C}$. Плотность ртути при температуре $t_0 = 0^\circ\text{C}$ считайте равной $\rho = 13,6$ г/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

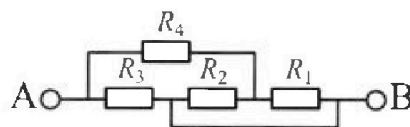


1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$ до $t_2 = 42^\circ\text{C}$. В ответе приведите формулу и число в мм³.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм².

5. В цепи, схема которой представлена на рисунке к задаче, сопротивления резисторов $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 10$ Ом, $R_4 = 6$ Ом.

1. Найдите эквивалентное сопротивление $R_{\text{ЭКВ}}$ цепи.

Контакты А и В подключают к источнику постоянного напряжения $U=10$ В.



2. Найдите мощность P , которая рассеивается на всей цепи.
3. На каком резисторе рассеивается наименьшая мощность? Найдите эту наименьшую мощность P_{MIN} .



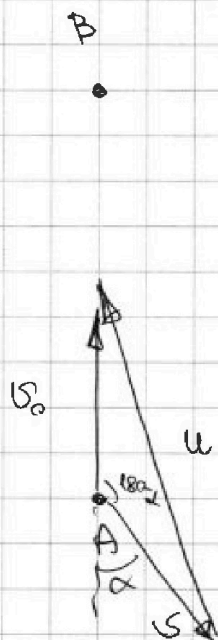
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 1



$$1) u = \frac{l}{T_0} = 24 \frac{м}{с}$$

2) Изобразим Δ скоростей
(очевидно, что u_0 должен быть
направлен в т. В, иначе мы
его туда не догоним):

th Cos:

$$u^2 + u_0^2 + 2uu_0 \cos \alpha = u^2$$

$$u_0^2 + u_0 \cdot 2u \cos \alpha + u^2 - u^2 = 0$$

$$D = 4u^2 \cos^2 \alpha + 4u^2 + 4u^2 =$$

$$= 4(u^2(\cos^2 \alpha - 1) + u^2)$$

$$\cos^2 \alpha = 0,8 \text{ (из осн. триг. со-ба)}$$

$$D = 4(16^2 \cdot (-0,36) + 24^2) = 4(-230,4 + 576) =$$

$$= 4 \cdot 345,6 = 1382,4$$

$$u_0 = \frac{-2u \cos \alpha \pm \sqrt{D}}{2} =$$

$$= \frac{-2 \cdot 24 \cdot 0,8 \pm \sqrt{1382,4}}{2} = \frac{-19,2 \pm 37,2}{2} = \frac{18}{2} = 9 \frac{м}{с}$$



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
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!

$$= -12,8 + 22 = 9,2 \text{ \%}$$

$$T_1 = \frac{9600}{9,2}$$

1043 с

~~1054 с~~

$$V_{AB} = \frac{-2U \cos \alpha + 2\sqrt{U^2(\cos^2 \alpha - 1) + u^2}}{2}$$

$$= -U \cos \alpha + \sqrt{-U^2 \sin^2 \alpha + u^2}$$

$$V_{BA} = \frac{2U \cos \alpha + 2\sqrt{-U^2 \sin^2 \alpha + u^2}}{2}$$

$$= U \cos \alpha + \sqrt{-U^2 \sin^2 \alpha + u^2}$$

$$T_{ABA} = T_{AB} + T_{BA} = 2\sqrt{-U^2 \sin^2 \alpha + u^2}$$

$$T_{ABA} \sim -\sin^2 \alpha$$

$$T_{ABA} \rightarrow \max$$

$$\sin^2 \alpha \rightarrow \min$$

$$\Rightarrow \sin \alpha = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = 0^\circ$$

$$24 + 16 = 40$$

$$24 - 16 = 8$$

$$T_{ABA} = 2\sqrt{u^2} =$$

$$T_{ABA} \rightarrow \max \Rightarrow \frac{1}{U_{AB}} + \frac{1}{U_{BA}} \rightarrow \min$$

$$= \frac{2\sqrt{-U^2 \sin^2 \alpha + u^2}}{+U^2 \sin^2 \alpha + u^2 - U^2 \cos^2 \alpha} = \frac{2\sqrt{-U^2 \sin^2 \alpha + u^2}}{u^2 - U^2}$$

$$\begin{array}{r} \times 960 \\ 1920 \\ 24 \\ \hline 180 \end{array}$$

$$\frac{12}{90} = \frac{6}{45} = \frac{3}{15} = \frac{1}{5}$$



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
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!

$$T_{BA} = \frac{-2U \cos \alpha + \sqrt{4U^2 \cos^2 \alpha - 4U^2 \sin^2 \alpha}}{2}$$

$$= -U \cos \alpha + \sqrt{U^2 (\cos^2 \alpha - 1) + U^2}$$

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

9600 - 3600 = 6000
6000 - 1500 = 4500
4500 - 1500 = 3000
3000 - 1500 = 1500
1500 - 1500 = 0

$$T_{ABA} \sim -\sin^2 \alpha$$

$\Downarrow$

Если $T_{ABA} \rightarrow \max$, то $\sin^2 \alpha \rightarrow \min \rightarrow$
 $\rightarrow \alpha = 0^\circ$

$$\rightarrow T_{ABA \min} = \left(\frac{2U}{U^2 - U^2} \right) \cdot l =$$

$$= \frac{3}{3600} \cdot \frac{48}{360} = 8600 \cdot \frac{1}{5} = 1920 \text{ c}$$

$$= 48 \cdot 30 =$$

Ответ $U = \frac{l}{T_0} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$T_1 = 1054 \text{ c } T_1 = 1043 \text{ c}$$

$$T_2 = 1920 \text{ c } T_2 = 1440 \text{ c}$$



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.

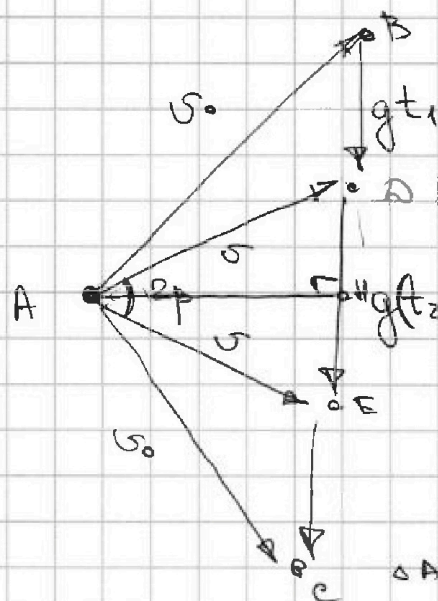
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
14 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!

Задача 2.

1. Изобразим Δ скоростей:



$$2\alpha = 60^\circ$$

$$t_1 = 1\text{ с}$$

$$t_2 = 2\text{ с}$$

Из ЗСД следует,
что v при ударе оземь
равна v начальному

ΔABE - p/d , проведем в нем
высоту

Т.к. ΔADE тоже p/d (по уш.),

$$BH = gt_1 + \frac{gt_2}{2} \Rightarrow BC = 2\left(gt_1 + \frac{gt_2}{2}\right) =$$
$$= g \cdot (2t_1 + t_2)$$

Таким образом время полета $T = 2t_1 + t_2$

$$BH = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} + gt_1 = g \cdot \frac{t_2 + t_1}{2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow BC = 2BH = g(t_1 + t_2)$$

Таким образом $T = t_1 + t_2 = 3\text{ с}$



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
☐

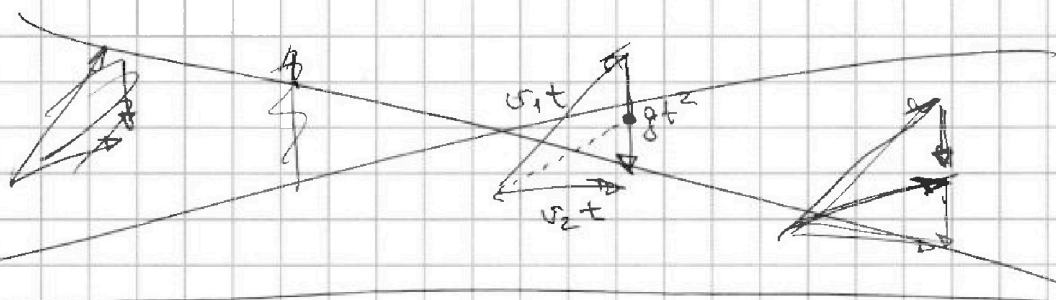
5
☐

6
☐

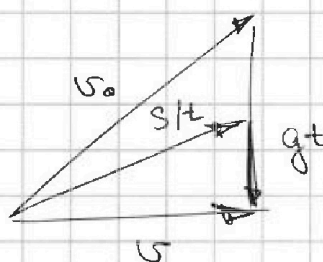
7
☐

СТРАНИЦА
2 ~~5~~ ИЗ ~~14~~ 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. Рассмотрим Δ скоростей, сост. из v_0 , gt и скорости в верхней точке траектории.



Вспомогат. что модуль Δ скоростей Δ перемещений - это перемещение $\frac{1}{2}gt^2$ на время

Рассмотрим верт. проекцию этого перемещения,

по $\frac{gt^2}{2}$ Из рис. на предыдущей стр. видно,
 $\left(\frac{H}{t} = \frac{gt}{2} \Rightarrow H = \frac{gt^2}{2}\right)$
 $t = t_1 + \frac{t_2 - t_1}{2} = \frac{t_2 + t_1}{2}$

$$H = \frac{g\left(\frac{t_2 + t_1}{2}\right)^2}{2} = \frac{g(t_2 + t_1)^2}{8} = \frac{5}{4} \cdot g =$$
$$= \frac{45}{4} \text{ м} = 11,25 \text{ м}$$



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.

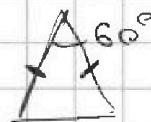


СТРАНИЦА
3 из 3

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!

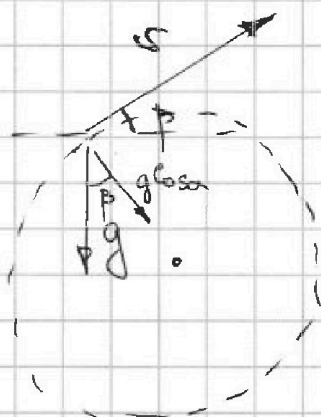
3. Сначала найдем скорость в тела в
мом. времени t_1 .

Из $\triangle ADE$ (см. сф. 1 решение) следует, что
он р/с, т.к. он р/б по угл. и с углом в
 60° при $\angle$ при основании.



$$v = g \frac{t_2 + t_1}{2}$$

$$v = g(t_2 - t_1)$$



Также заметим, что угол к
горизонту в этот момент $\varphi = 30^\circ$

Разложим $\vec{g}$ на $\vec{g}_n$ нормальную
и тангенциальную компоненты

$$g_n = g \cos \varphi$$

$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v^2}{g \cos \varphi} =$$

$$= \frac{g^2 (t_2 - t_1)^2}{g \cos \varphi} = g \cdot \frac{(t_2 - t_1)^2}{\cos \varphi} = 10 \cdot \frac{1}{\cos 30}$$

$$= \frac{10}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$$

Ответ: 1) $T = t_1 + t_2 = 3 \text{ с}$

2) $H = 11,25 \text{ м}$

3) $R = \frac{20}{\sqrt{3}} \text{ м}$



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 143

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!

Задача 3.

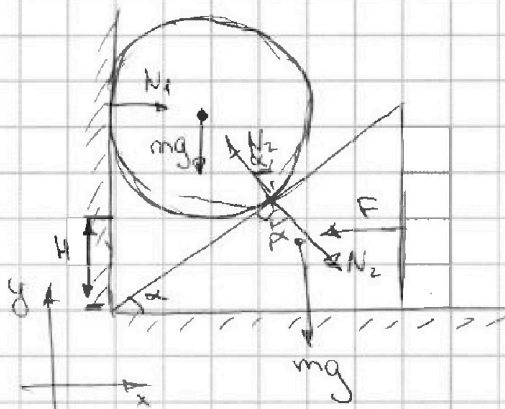
$$H = 0,8 \text{ м}$$
$$\alpha = 30^\circ$$
$$m = 8 \text{ кг}$$

1.

Запишем 2-й Ньютону
для:

$$\text{шара на } O_y: N_2 \cos \alpha = mg$$

$$\text{клина на } O_x: N_2 \sin \alpha = F \quad \Rightarrow \quad \boxed{F = mg \tan \alpha}$$



2.

Запишем условие
грав. без отрыва:

$$a_{1z} = a_{2z} \Rightarrow$$

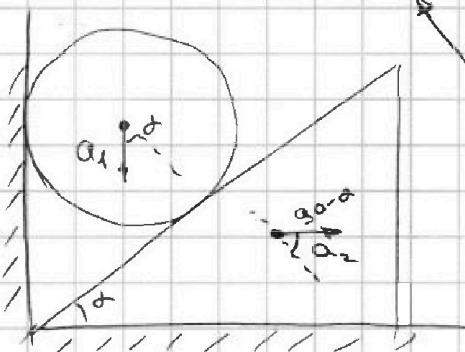
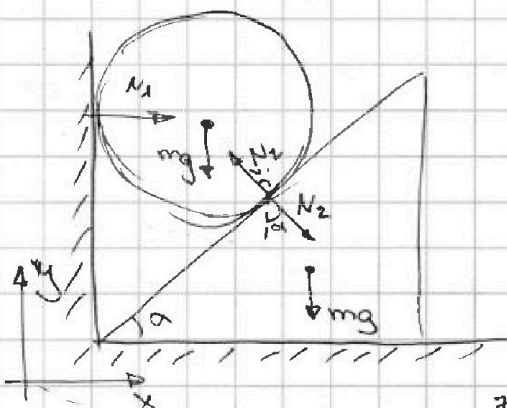
$$\Rightarrow a_1 \cos \alpha = a_2 \sin \alpha \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{a_1 = a_2 \tan \alpha}$$

Запишем 2-й Ньютону
для:

$$\text{шара на } O_y: -mg + N_2 \cos \alpha = -ma_1$$

$$\text{клина на } O_x: N_2 \sin \alpha = ma_2$$





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 43

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!

Получим систему:

$$\begin{cases} mg - N_2 \cos \alpha = ma_1 \\ N_2 \sin \alpha = ma_2 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} N_2 = \frac{ma_2}{\sin \alpha} \\ g - a_2 \operatorname{ctg} \alpha = a_1 \end{cases} \Rightarrow g - a_2 \operatorname{ctg} \alpha = a_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow g - a_2 \operatorname{ctg} \alpha = a_2 \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow g \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{ctg} \alpha} = a_2$$

$$\operatorname{tg} 30^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \operatorname{ctg} 30^\circ = \sqrt{3}$$

$$a_2 = g \cdot \frac{1}{\frac{4}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3}}{4} g \quad (\text{ускорение клина})$$

$$a_1 = a_2 \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sqrt{3}}{4} g \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{g}{4} \quad (\text{ускорение шара})$$

Найдем скорость ш. шара ~~в момент~~ перед ударом:

$$\frac{v^2 - 0^2}{2a_1} = H \Rightarrow v = \sqrt{2Ha_1} = \sqrt{\frac{gH}{2}} = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Тогда подбросит он на: $h = \frac{v^2 - 0^2}{2g} = \frac{4}{20} = 0,2 \text{ м}$



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
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!

Проанализируем ф-лу ~~для~~ для ускорения
клина:

$$a_2 = g \cdot \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{ctg} \alpha} = g \cdot \frac{1}{\frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha}}$$
$$= g \cdot \sin \alpha \cos \alpha = g \cdot \frac{\sin 2\alpha}{2}$$
$$a_2 - \max \Rightarrow \sin 2\alpha - \max \Rightarrow$$
$$\Rightarrow 2\alpha - \max \Rightarrow 2\alpha = 90^\circ \Rightarrow \underline{\alpha = 45^\circ}$$

$$\Rightarrow \boxed{a_{2\max} = \frac{g}{2}}$$

Ответ: 1) $F = m \operatorname{tg} \alpha = 1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{10}{3} \sqrt{3} \text{ Н}$

~~0,8~~
~~80~~ $\rightarrow 0,01$

2) $h = \frac{\left(\frac{gH}{2}\right)^2}{2g} = \frac{H}{4} = 0,2 \text{ м}$

3) $a_2 = \frac{\sqrt{3}}{4} g = g \cdot \sin \alpha \cos \alpha$

4) $\alpha = 45^\circ$

5) $a_{2\max} = \frac{g}{2}$



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.

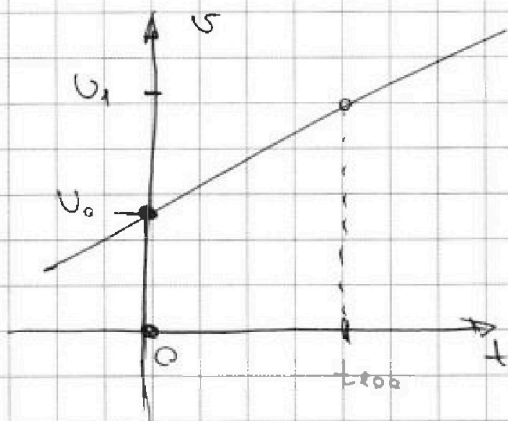
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☒ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Задача 4

$$\begin{aligned} t_1 &= 35^\circ \\ t_2 &= 42^\circ \\ L &= 5 \text{ см} \\ m &= 2 \text{ г} \\ t_{100} &= 100^\circ \\ p &= 1,018 \\ t_0 &= 0^\circ \\ g &= (3,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}) \end{aligned}$$



$$\frac{v_1}{v_0} = A = A \cdot v_0 = v_0 + (1-p)v_0$$

1.

Запишем уравной $\approx 0 \approx \text{фр}$ k:

$$y = kx + b$$

$$k: \frac{v_1 - v_0}{t_{100} - t_0} = k \Rightarrow \frac{v_0 \left(\frac{1}{p} - 1 \right)}{t_{100} - t_0} = k$$

Введем $\approx 0 \approx \text{фр}$ b:

$$b = v_0 = \frac{m}{g}$$

Уравно:

$$v(t) =$$

$$v(t) = \frac{\frac{m}{g} \left(\frac{1}{p} - 1 \right)}{t_{100} - t_0} t + \frac{m}{g}$$



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
28 из 42

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!

$$\begin{aligned} 2. \quad \frac{\Delta V}{\Delta t} &= k \rightarrow \Delta V = k \Delta t = \frac{\frac{m}{g} (\beta - 1)}{t_{100} - t_0} \cdot (t_2 - t_1) = \\ &= \frac{2}{13,6} \cdot 0,018 \cdot 100 \cdot 7 = 0,07 \cdot \frac{0,036}{13,6} = \\ &= 10^{-4} \cdot \frac{36 \cdot 7}{136} \text{ см}^3 = \frac{252}{136} \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 \approx \frac{1,36}{252} \\ &\approx 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 = 0,1848 \text{ мм}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad S &= \frac{V}{l} = \frac{0,18 \text{ мм}^3}{50 \text{ мм}} = 0,36 \text{ мм}^2 \cdot 10^{-2} = \\ &= 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad S &= \frac{V}{l} = \frac{0,1848 \text{ мм}^3}{50 \text{ мм}} = 0,37 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2 = \\ &= 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Ответ: } 1) \quad U(t) = \frac{\frac{m}{g} (\beta - 1)}{t_{100} - t_0} \cdot t + \frac{m}{g}$$

$$2) \quad \Delta V = 0,1848 \text{ мм}^3$$

$$3) \quad S = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ мм}^2$$



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.

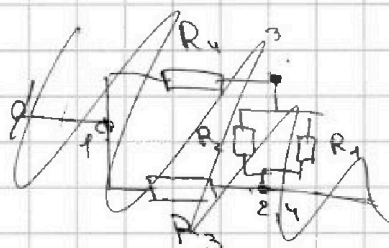
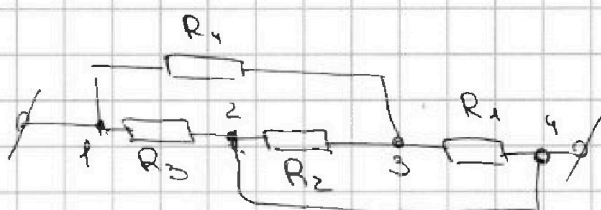
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
~~18~~ ИЗ ~~14~~ 3

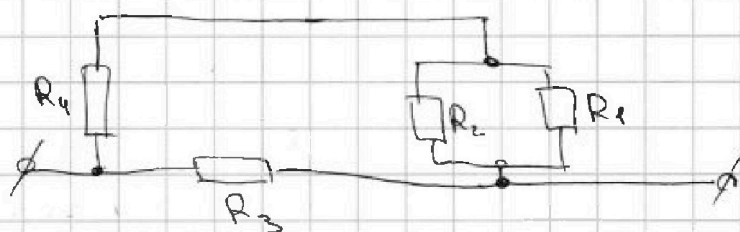
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 5

$$\begin{aligned} R_1 &= 5 \, \Omega \\ R_2 &= 20 \, \Omega \\ R_3 &= 10 \, \Omega \\ R_4 &= 6 \, \Omega \end{aligned}$$



1. Перерисуем эту схему:



$$\begin{aligned} R_{\text{экв}} &= \frac{R_3 \left(R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)}{R_3 + R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}} = \frac{10 \left(6 + \frac{100}{25} \right)}{16 + \frac{100}{25}} = \\ &= \frac{10(6+4)}{20} = \frac{100}{20} = 5 \, \Omega \end{aligned}$$

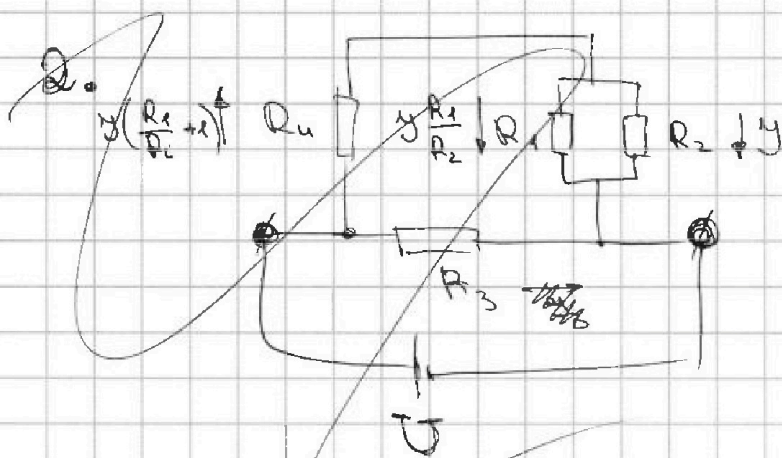


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА
28 из 43

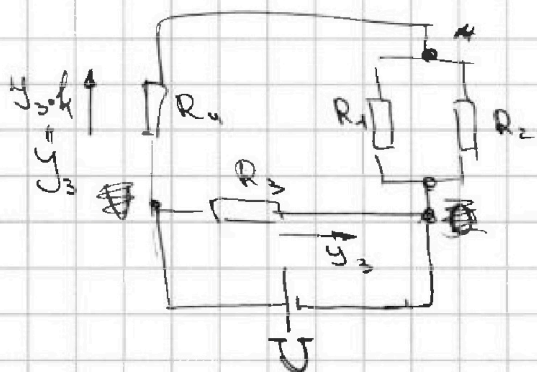
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!



$$P_1 = \left(y \frac{R_1}{R_2} \right)^2 R_1$$

$$P_3 = \frac{U^2}{R_3}$$

2.



$$y_0 = \frac{U}{R_3}$$

$$k = \frac{R_4 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}{R_3} = \frac{6 + 4}{10} = 1$$

U_3 — напряжение Кирхгофа:

$$y_0 = 2y, \Rightarrow y = \frac{y_0}{2}$$

$$P_3 = \frac{U^2}{R_3}$$

$$P_1 = \frac{\left(U - \frac{y_0 R_4}{2} \right)^2}{R_1} = \frac{U^2}{R_1} \left(1 - \frac{R_4}{2R_3} \right)^2$$

$$P_4 = \left(\frac{y_0}{2} \right)^2 R_4 = \frac{U^2}{4R_3^2} R_4$$



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.

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
39 из 43

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!

~~$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} \left(1 - \frac{R_4}{2R_3}\right)^2$$~~

~~$$P_3 = \frac{U^2}{R_3}$$~~

$$P_3 = \frac{U^2}{R_3} = \frac{100}{10} = 10 \text{ Вт}$$

$$P_4 = \left(\frac{U_0}{2}\right)^2 R_4 = \frac{U^2}{4R_3} \cdot R_4 = \frac{100}{4 \cdot 25} \cdot 6 = 6 \text{ Вт}$$

$$P_1 = \frac{\left(U - \frac{U_0 R_4}{2}\right)^2}{R_1} = \frac{U^2}{R_1} \left(1 - \frac{R_4}{2R_3}\right)^2 = \frac{100}{5} \left(1 - \frac{6}{10}\right)^2 =$$

$$= 20 \cdot 0,16 = 3,2 \text{ Вт}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} \left(1 - \frac{R_4}{2R_3}\right)^2 = \frac{100}{20} \left(1 - \frac{6}{10}\right)^2 = 5 \cdot 0,16 =$$

$$= 0,8 \text{ Вт}$$

$$P_{\Sigma} = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 16 + 4 = 20 \text{ Вт}$$

$$P_{\min} = P_2 = 0,8 \text{ Вт}$$

Ответ: 1) $R_{\text{эв}} = 5 \Omega$

2) $P = 20 \text{ Вт}$

3) $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$

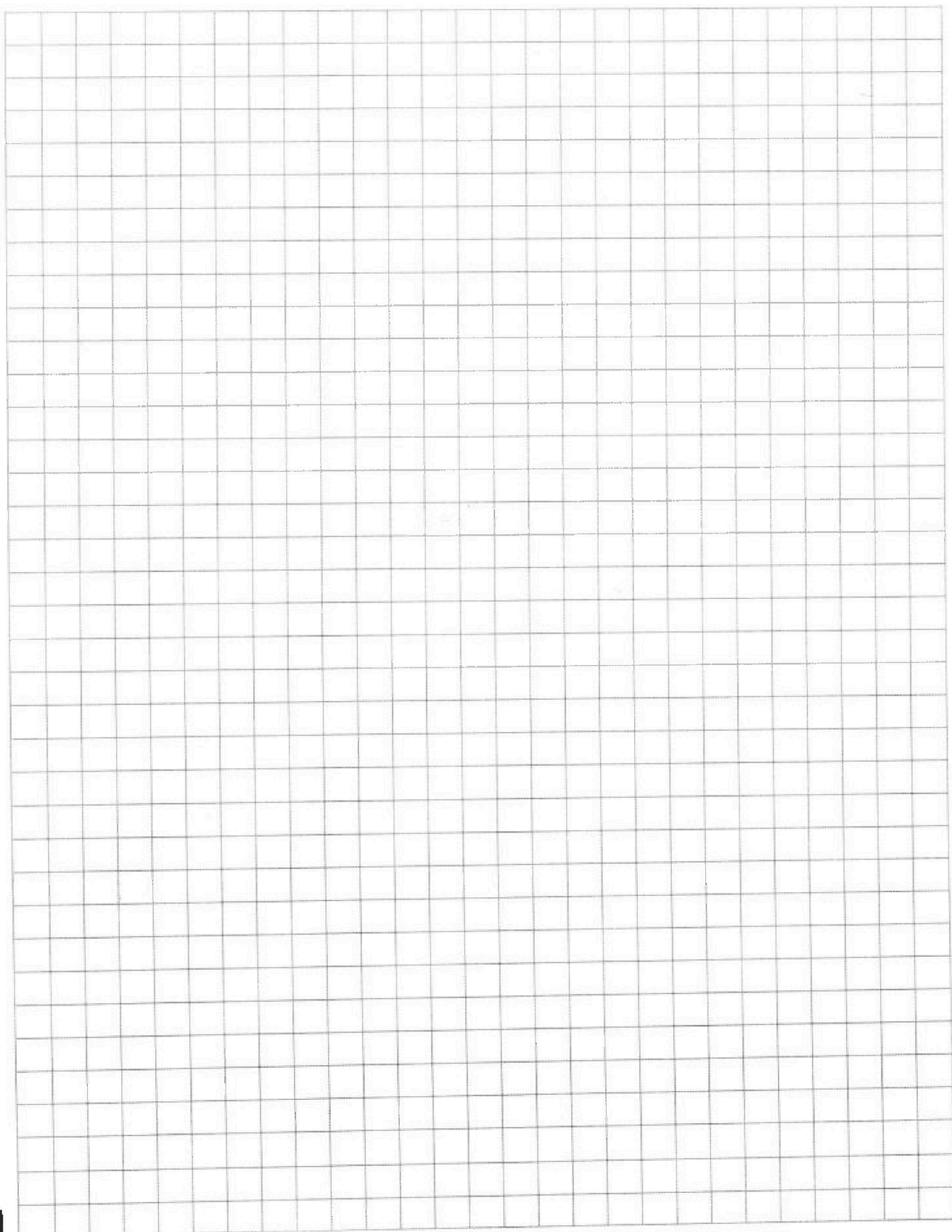


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
__ 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!



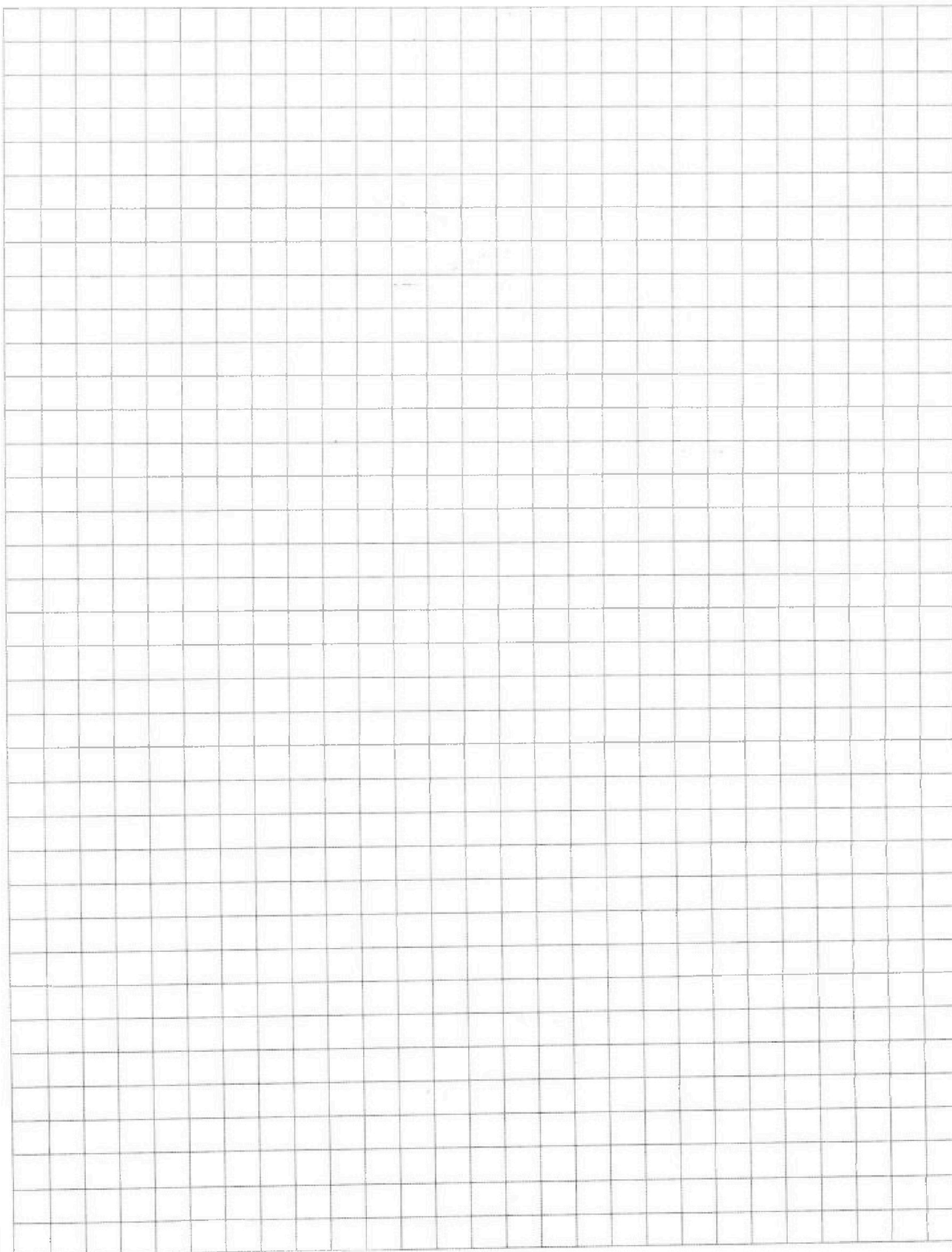


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!





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!

$$\begin{array}{r} 484 \\ 28 \\ \hline 512 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 9128 \\ 8916 \\ \hline 9536 \\ 9536 \\ \hline 19072 \end{array}$$
$$\begin{array}{r} 44 \\ 320 \\ \hline 368 \\ 368 \\ \hline 736 \\ 736 \\ \hline 1472 \end{array}$$
$$484 = 4 \cdot 121 = 4 \cdot 11^2 = 4 \cdot 121 = 484$$

$$- 258 \cdot 0,36 + 144 \cdot 4 = 484$$
$$- 258 \cdot 0,36 + 144 \cdot 4 = 484$$
$$- 258 \cdot 0,36 + 144 \cdot 4 = 484$$

$$- 258 \cdot 0,36 + 144 \cdot 4 = 484$$
$$- 258 \cdot 0,36 + 144 \cdot 4 = 484$$
$$- 258 \cdot 0,36 + 144 \cdot 4 = 484$$

$$- 258 \cdot 0,36 + 144 \cdot 4 = 484$$



10

$$\frac{2}{\pi} \cdot 10 = \frac{20}{\pi} = 6,37$$

10

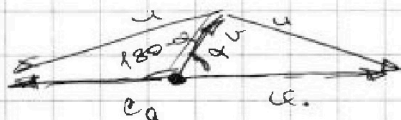


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$u^2 = u_0^2 + u^2 + 2u u_0 \cos \alpha$$

$$u_0^2 + u_0^2 = 2u \cos \alpha + u^2 - u^2 = 0$$

$$D = 4u^2 \cos^2 \alpha - 4u^2 + 4u^2 =$$

$$= 4(-u^2 \sin^2 \alpha + u^2)$$

$$43,8$$

$$9,66$$

$$1600,8 = 25,6$$

$$u_0 = -u \cos \alpha \pm 43,8$$

$$\begin{array}{r} 331 \\ \times 256 \\ \hline 136 \\ 1536 \\ 768 \\ \hline 82,8 \end{array}$$

$$82,8$$

$$\begin{array}{r} 21,9 \\ - 12,8 \\ \hline 9,1 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 24 + 18 = 42 \\ 24 - 18 = 6 \end{array}$$

$$u_0 \sin$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ \times 3000 \\ \hline 3000 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ 18 \\ \hline 300 \\ 1440 \end{array}$$

$$\frac{2u}{u^2 - u_0^2} =$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 48 \\ \hline 7680 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 331 \\ \times 256 \\ \hline 136 \\ 1536 \\ 768 \\ \hline 82,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 23 \\ \hline 69 \\ 46 \\ \hline 529 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 438 \\ \times 21,9 \\ \hline 21,9 \\ 438 \\ \hline 21,9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21,9 \\ - 25,6 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 18 \\ \times 21,9 \\ \hline 1971 \\ 219 \\ \hline 438 \end{array}$$

$$21,95$$



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!

Задача 1

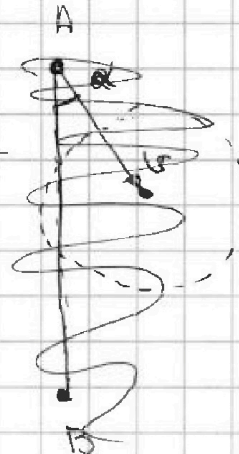
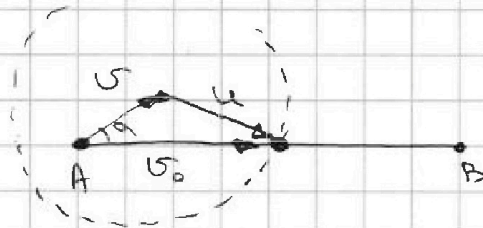
$$v = 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$AB = 9,6 \text{ м}$$

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

$$T_0 = 400 \text{ с}$$

$$u = \frac{AB}{T_0} = \frac{9,6}{400} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



3 9600

Построим Δ скоростей. На рисунке

$$3 \frac{9600}{400} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

окружностью обозначим $\angle$ между

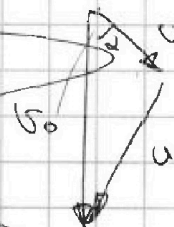
конца вектора u (кат. откладываем от конца u)

Вспомогательный $\cos$ где это α :

$$u_0^2 - 2u_0 \cdot 2u \cos \alpha = u^2$$

4

$$u_0^2 - u_0 \cdot 2u \cos \alpha - u^2 = 0$$



$$D = 4u^2 \cos^2 \alpha + 4u^2 = 4 \cdot 256 \cdot 0,64 + 4 \cdot 36 \cdot 16 =$$

$$(\sin \alpha = 0,6 \Rightarrow \cos \alpha = 0,8 = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})$$

$$= 2^{10} \cdot 2^6 \cdot 0,01 + 2^6 \cdot 2^2 \cdot 3^2 = 2^8 (2^8 \cdot 0,01 + 3^2) =$$

$$= 2^8 (2,56 + 9) = 11,56 \cdot 2^8$$

$$u_0 = \frac{2u \cos \alpha \pm 16 \sqrt{11,56}}{2} = 12,8 + 16 \sqrt{11,56}$$



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!

$$\sqrt{11,56} = 3,4$$

$$Q_0 = 12,8 + 16 \cdot 3,4 = 67,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

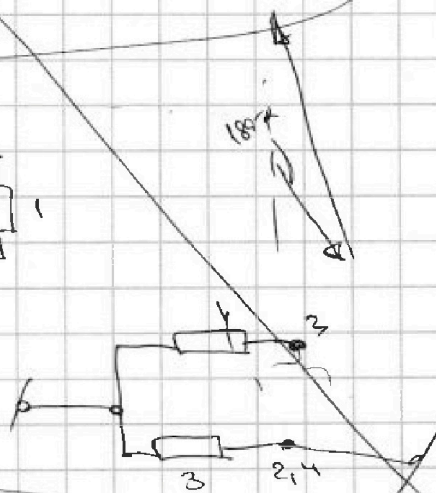
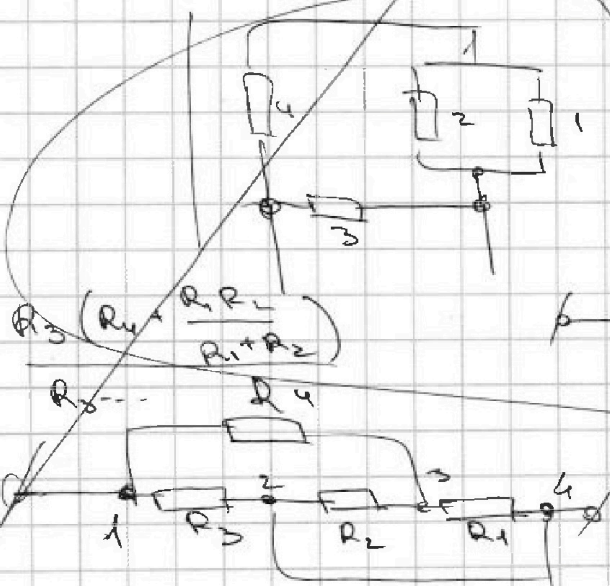
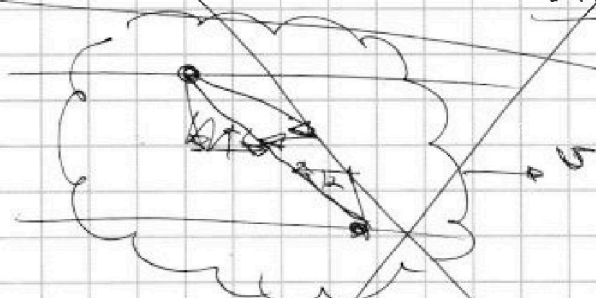
$$T_1 = \frac{9600}{67,2} \approx 142 \text{ с}$$

$$\begin{array}{r} 9600 \overline{) 142} \\ 92 \\ \hline 400 \\ 368 \\ \hline 320 \\ 276 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 3,4 \\ \hline 84 \\ 63 \\ \hline 714 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 11,4 \\ \times 3,4 \\ \hline 456 \\ 342 \\ \hline 3876 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9600 \overline{) 67,2} \\ 672 \\ \hline 2880 \\ 2688 \\ \hline 1920 \\ 1344 \\ \hline \end{array}$$





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
☐

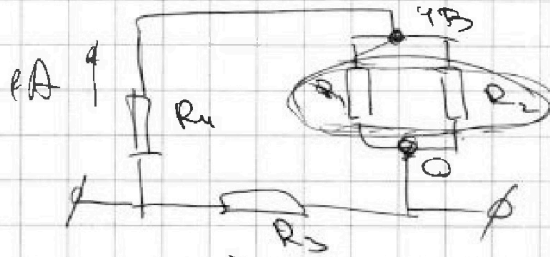
5
☐

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!



$$\frac{100}{50} = 2A$$

$$\frac{10 \left(6 + \frac{100}{25} \right)}{16 + \frac{100}{25}} = \frac{100}{20} = 50$$

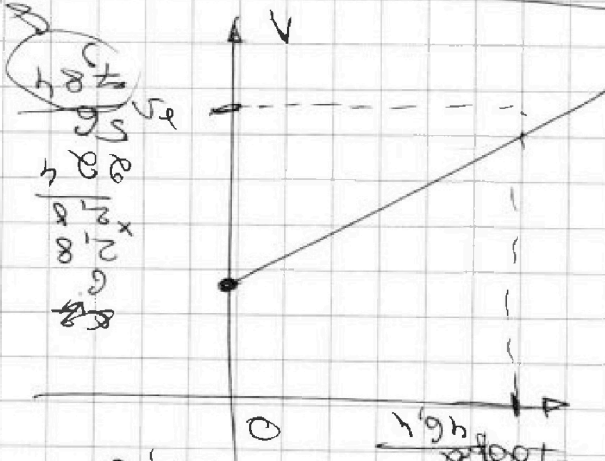
$$P = \frac{100}{5} = 20 \text{ Вт}$$

8 5 8

8 5
1 92

$$\frac{40}{20} = 2A$$

$$\frac{16}{20} = 0,8 \text{ Вт}$$



$$\frac{U}{U_0} = P$$

$$\frac{U_1 - U_0}{100 - 0}$$

$$\frac{(P-1)}{100-0} = \frac{1}{100}$$

$$\frac{8 \cdot 705}{2 \cdot 15} = \frac{560}{15} = 37,3$$

$$\frac{5}{11} = \frac{07}{82}$$

$$\frac{1}{100} = \frac{1}{100}$$



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!

$$\begin{array}{r} 80 \\ - 40 \\ \hline 40 \\ - 20 \\ \hline 20 \\ - 10 \\ \hline 10 \\ - 5 \\ \hline 5 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,3696 \\ \times 0,1848 \\ \hline 68112 \end{array}$$

$$S = 0,1848 \cdot 50 = 9,24 \text{ мм}^2$$

$$\begin{array}{r} 880 \\ - 272 \\ \hline 608 \\ - 104 \\ \hline 504 \\ - 96 \\ \hline 408 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,1848 \\ \times 0,0264 \\ \hline 488112 \end{array}$$

$$= 0,00488112 \text{ мм}^3$$

$$0,036 \cdot 10 = 0,36 \text{ мм}^2$$

$$\frac{0,36}{8} = 0,045 \text{ мм}^2$$

$$\Delta \varphi = \frac{\Delta \varphi}{\Delta \varphi} = 1$$



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.

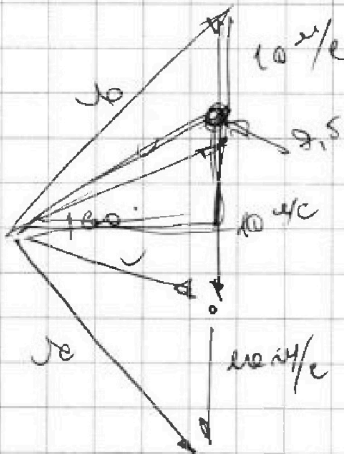
1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

$$H = \frac{v_0^2 - 0^2}{2a_1} \rightarrow v_0 = \sqrt{a_1 h \cdot 2}$$

$$h = \frac{2H a_1}{2g} = H \cdot \frac{a_1}{g} = \frac{H}{4}$$

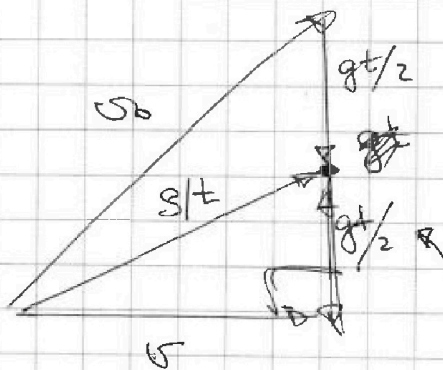


$$7.5 \cdot 3 = 22.5$$

$$\frac{H}{t} = 7.5 \frac{m}{c}$$

$$H = 7.5 \frac{m}{c} \cdot 1.5$$

$$\begin{array}{r} 7.5 \\ \times 1.5 \\ \hline 37.5 \\ 75 \\ \hline 11.25 \end{array}$$



$$t = 1.5c$$

$$\frac{gt}{2} = \frac{H}{t} \Rightarrow H = \frac{gt^2}{2}$$

$$R = \frac{v^2}{g \cos \alpha} = \frac{100}{10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}}$$





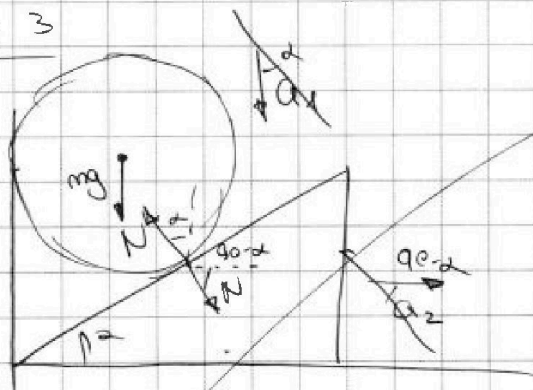
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Задача 3



$$mg = N \cos \alpha \rightarrow N = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$N \sin \alpha = F$$

$$\frac{mg}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha = mg \tan \alpha$$

$$a_1 \cos \alpha = a_2 \sin \alpha \quad a_1 = a_2 \tan \alpha$$

$$mg - N \cos \alpha = m a_1$$

$$N \sin \alpha = m a_2 \rightarrow N = \frac{m a_2}{\sin \alpha}$$

$$mg - m a_2 \tan \alpha = m a_1$$

$$g - a_2 \tan \alpha = a_1 = a_2 \tan \alpha$$

$$a_2 = \frac{g}{\tan \alpha + \tan \alpha} = \frac{g}{\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}} =$$

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

$$g \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cdot \sin \alpha \cos \alpha$$