



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

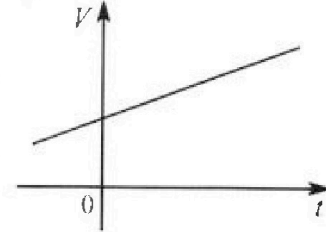
## Вариант 09-01



*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.

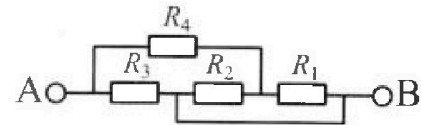
Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем ртути в  $\beta = 1,018$  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/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.



1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  ртути от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .
2. Найдите приращение  $\Delta V$  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 мм<sup>3</sup>.
3. Найдите площадь  $S$  поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм<sup>2</sup>.

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  $R_{ЭКВ}$  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  $P_{MIN}$ .



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

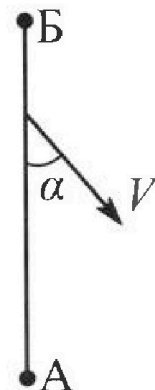


1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B$  в безветренную погоду составляет  $T_0=400$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=9,6$  км.

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  $\alpha$  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  $\alpha$  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/с<sup>2</sup>.

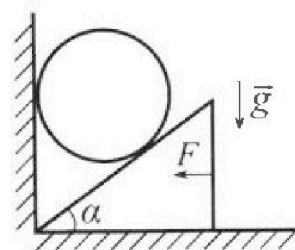
1. Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до падения на площадку.
2. Найдите максимальную высоту  $H$  полета.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в момент времени  $t_1 = 1$  с.

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/с<sup>2</sup>.

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  $\alpha$  ускорение клина максимальное?
5. Найдите максимальное ускорение  $a_{MAX}$  клина.





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 9

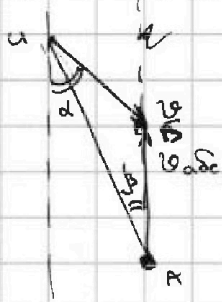
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

④ 1. аппарат летит прямолинейно с постоянной скоростью.

$$S = u \cdot T_0 \Rightarrow u = \frac{S}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = \left[ 24 \frac{\text{м}}{\text{с}} = u \right]$$

$$2. \vec{v}_{\text{абс}} = \vec{v}_{\text{отн}} + \vec{v}_{\text{пер.}}$$

$\vec{v}_{\text{абс}} = u + \vec{v}$   $v_{\text{абс}}$  постоянна, т.к.  $u$  и  $v$  постоянны  $\Rightarrow$  она направлена по AB.



$$v \sin \alpha = u \cdot \sin \beta \Rightarrow \sin \beta = \frac{v \sin \alpha}{u}$$

$$v_{\text{абс}} = u \cos \beta - v \cos \alpha = u \cdot \sqrt{1 - \frac{v^2 \sin^2 \alpha}{u^2}} - v \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$$

$$= \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} = v_{\text{абс}}$$

$$S = v_{\text{абс}} \cdot T_1 \Rightarrow T_1 = \frac{S}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}$$

$$= \frac{9600 \text{ м}}{\sqrt{24^2 - 0,36 \cdot 16^2} - \sqrt{16^2 - 16^2 \cdot 0,36}} = \frac{9600}{8 \cdot \sqrt{9 - 0,36 \cdot 4} - 8 \cdot \sqrt{4 - 4 \cdot 0,36}}$$

$$= \frac{1200}{\frac{3\sqrt{21}}{5} - \frac{4 \cdot 2}{5}} = \left[ \frac{6000}{3\sqrt{21} - 8} \text{ с} = T_1 \right]$$



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!

3. В пункте 2 мы нашли  $v$  скорости и, <sup>направление</sup> <sup>необходимо</sup> для  $v_{AB}$  направление от А к В. Поскольку теперь нам нужно добраться еще обратно: из В в А, заметим, что  $v_{AB}$  обратно будет просто с плюсом, а не с минусом:

$$v_{AB} = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha}$$

$$v_{BA} = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha}$$

$$\text{Тогда } T = \frac{S}{v_{AB}} + \frac{S}{v_{BA}} = S \cdot \frac{2 \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - (v^2 - v^2 \sin^2 \alpha)} =$$

$$= \frac{2S \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}}{u^2 - v^2} = T \rightarrow \max$$

для максимизации  $T$ , будем максимизировать

$\sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha}$ , это максимумно при  $\sin \alpha = 0 \Rightarrow$

$$\sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow v_{AB} = u - v; v_{BA} = u + v$$

$$T = \frac{S}{u-v} + \frac{S}{u+v} = \frac{3600 \text{ м}}{8 \frac{\text{м}}{\text{с}}} + \frac{3600 \text{ м}}{40 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 1200 \text{ с} + 240 \text{ с} = \boxed{1440 \text{ с} = T_{\max}}$$

Ответ: 1.  $u = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

3.  $\alpha = 0^\circ$

2.  $T_1 = \frac{6000}{3\sqrt{21} - 8} \text{ с}$

4.  $T_{\max} = 1440 \text{ с}$

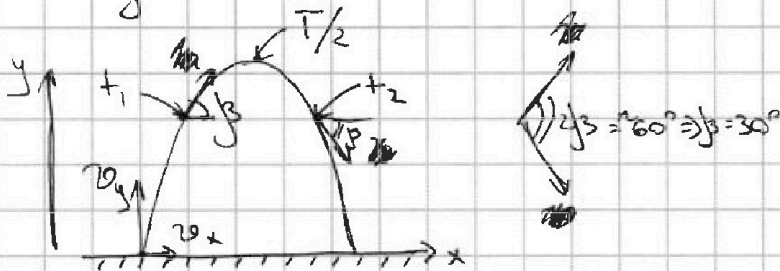


1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
8 из 9

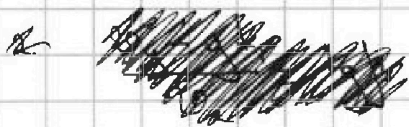
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

2. Очевидно, что мяч полетел по параболе и модуль скорости одинаковой, когда мяч находится на одинаковых высотах



движение по параболе симметричное  $\Rightarrow \frac{T}{2} - t_1 = t_2 - \frac{T}{2} \Leftrightarrow$

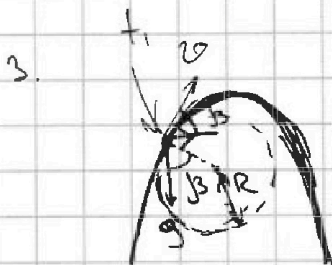
$$T = t_1 + t_2 \quad T = 3c$$



$$2. \quad H = \frac{g \left(\frac{T}{2}\right)^2}{2} = \frac{g T^2}{8} = \frac{g (t_1 + t_2)^2}{8} = H$$

$$v_y = \frac{gT}{2} = \frac{10 \cdot 3}{2} = 15 \frac{m}{c}$$

$$H = \frac{10 \cdot 9}{8} = 11,25 \text{ м} = H$$



Представим, что тело движется по окружности радиуса  $R$  в конкретный момент времени  $t$ ,

$$\frac{v_y - g t_1}{v_x} = t g \beta = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow v_x = \sqrt{3} \cdot (15 - 10 t) = 5\sqrt{3} \frac{m}{c} = v_x$$

$$v_{t_1} = \sqrt{v_x^2 + (v_y - g t_1)^2} = \sqrt{25 \cdot 3 + 25} = 10 \frac{m}{c}$$



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  
9 из 9

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!

Эта скорость  $v_+$  направлена по касательной к окружности.

$$a_{y.c} = g \cos \beta = 10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 5\sqrt{3} \frac{m}{c^2} - \text{центростремительное ускорение, направлено в центр окружности}$$

$$a_{y.c} = \frac{v_+^2}{R} \Rightarrow R = \frac{v_+^2}{a_{y.c}} = \frac{10^2}{5\sqrt{3}} = \frac{100}{5\sqrt{3}} = \left( \frac{25}{\sqrt{3}} \right) m = R$$

Ответ: 1.  $T = 3c$

2.  $H = 11,25m$

3.  $R = \frac{25}{\sqrt{3}} m$

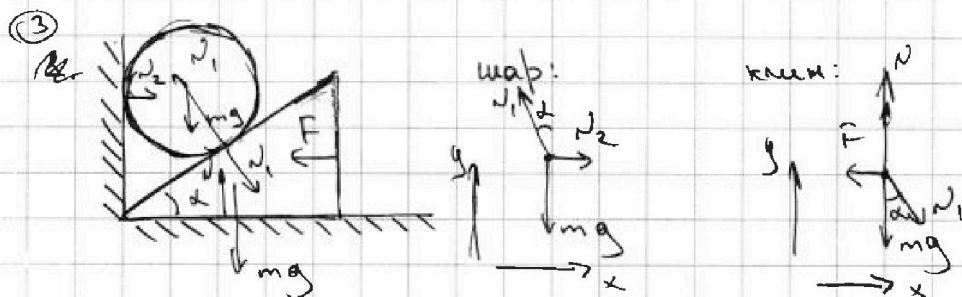


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
3 из 9

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!



$$\begin{aligned} F &= N_1 \sin \alpha & \text{— ось } x \text{ где клин} \\ mg &= N_1 \cos \alpha & \text{— ось } y \text{ где шар} \end{aligned}$$

$$\frac{F}{mg} = \operatorname{tg} \alpha \Rightarrow \boxed{F = mg \operatorname{tg} \alpha} \quad F = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н}$$

Поскольку трения нет, силы, действующие на шар не меняются и будут (в течение движения)

Ускорение шара по вертикали, а клин — по горизонтали. Значит шар "отпрыгнет" вертикально вверх.

$$\frac{a_{\text{ш}}}{a_{\text{к}}} = \operatorname{tg} \alpha, \text{ где } a_{\text{ш}} \text{ и } a_{\text{к}} \text{ — ускорения шара и клина соответственно}$$

$$m a_{\text{ш}} = mg - N_1 \cos \alpha$$

$$m a_{\text{к}} = N_1 \sin \alpha$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{mg - N_1 \cos \alpha}{N_1 \sin \alpha}$$

$$N_1 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos \alpha} = mg - N_1 \cos \alpha \Rightarrow mg = \frac{N_1}{\cos \alpha} \Rightarrow N_1 = mg \cos \alpha$$

$$a_{\text{ш}} = g - g \cos^2 \alpha = g \sin^2 \alpha = a_{\text{ш}}$$

$$a_{\text{ш}} = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_{\text{к}} = 2,5 \sqrt{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$a_{\text{к}} = g \sin \alpha \cos \alpha = \frac{g \cdot \sin 2\alpha}{2}$$



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  
4 из 9

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!

Тогда  $a_n$  максимально  $\Rightarrow \sin \alpha \rightarrow \max \Rightarrow$   
 $\sin \alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45^\circ \Rightarrow a_n = \frac{g}{2} \text{ при } \alpha = 45^\circ$

Найдем  $h$ . Первая остановка в воздухе  $\Rightarrow$   
(вершина параболы).

$$H = \frac{a_n \cdot t^2}{2} = \frac{v^2}{2a_n}$$

$$v = a_n \cdot t = \sqrt{2a_n \cdot H} = \sqrt{2g \sin^2 \alpha \cdot H} = \sin \alpha \cdot \sqrt{2gH}$$

$$v = gt$$

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{v^2}{2g} \Rightarrow v^2 = 2gh = 2gH \sin^2 \alpha$$

$$\text{Тогда } h = H \sin^2 \alpha = 0,2 \text{ м} = h$$

Ответ: 1.  $F = \frac{10}{\sqrt{3}} \text{ Н}$

2.  $h = 0,2 \text{ м}$

3.  $a_n = \frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

4.  $\alpha = 45^\circ$

5.  $a_{n \max} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$





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

5 из 9

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!

④ 1 Заметим по графику, что  $V(t) = V_0 + \alpha t$ , где

$V_0$  - объем ртути при  $0^\circ\text{C}$ , а  $t$  - температура в  $^\circ\text{C}$ .

$$V_0 = \frac{m}{\rho}$$

$$\beta V_0 = V_0 + \alpha \cdot t_{100} \Rightarrow \alpha = \frac{(\beta - 1) V_0}{t_{100}} = \frac{(\beta - 1) m}{\rho \cdot t_{100}}$$

Итоговая формула:  $V(t) = \frac{m}{\rho} + \frac{(\beta - 1) m}{\rho \cdot t_{100}} \cdot t$

$$2. \Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \left( \frac{m}{\rho} + \frac{(\beta - 1) m}{\rho \cdot t_{100}} \cdot t_2 \right) - \left( \frac{m}{\rho} + \frac{(\beta - 1) m}{\rho \cdot t_{100}} \cdot t_1 \right) =$$

$$= \frac{(\beta - 1) m}{\rho \cdot t_{100}} \cdot (t_2 - t_1) = \frac{(\beta - 1) \cdot m \cdot (t_2 - t_1)}{\rho \cdot t_{100}} = \Delta V$$

$$\Delta V = \frac{0,038 \cdot 21 \cdot 7^\circ\text{C}}{13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 100^\circ\text{C}} = \frac{0,036 \cdot 7}{13,6 \cdot 100} \text{ см}^3 = \frac{0,36 \cdot 7}{13,6} \text{ мм}^3 = \frac{63}{340} \text{ мм}^3$$

$$3. S \cdot L = \Delta V \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{L} = \frac{63/340 \text{ мм}^3}{50 \text{ мм}} =$$

$$= \frac{63}{340 \cdot 50} \text{ мм}^2 = \left[ \frac{63}{17000} \text{ мм}^2 = S \right]$$

Ответ:  $V(t) = \frac{m}{\rho} + \frac{(\beta - 1) m}{\rho \cdot t_{100}} \cdot t$ ;  $\Delta V = \frac{63}{340} \text{ мм}^3$ ;  $S = \frac{63}{17000} \text{ мм}^2$



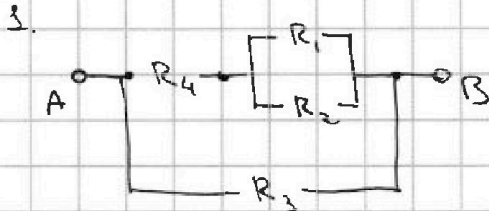
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА 6 ИЗ 9

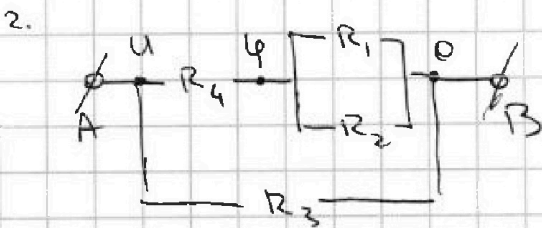
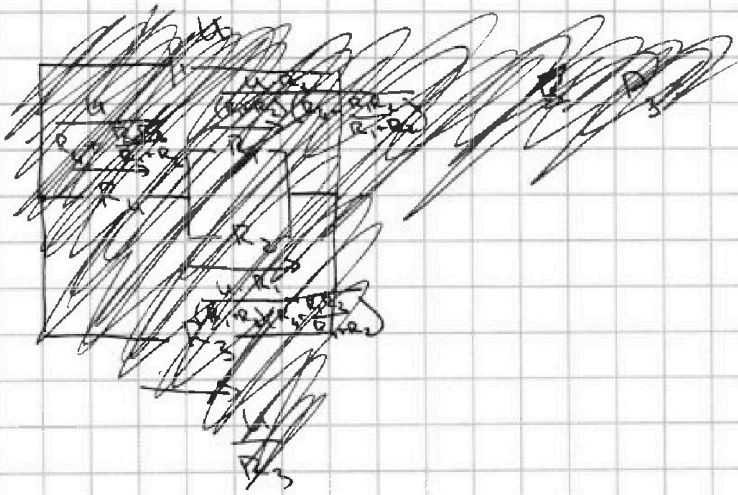
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

5) Перестроим схему



Тогда эквивалентное сопротивление

$$R_{э\text{кв}} = \frac{(R_1 R_2 + R_4) \cdot R_3}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 + R_4} = 50 \text{ Ом} = R_{э\text{кв}}$$



Найдем  $\varphi$ .

$$\frac{U - \varphi}{R_4} = \frac{\varphi (R_1 + R_2)}{R_1 R_2}$$

$$U R_1 R_2 - \varphi R_1 R_2 = \varphi R_1 R_4 + \varphi R_2 R_4$$

$$U R_1 R_2 = \varphi (R_1 R_2 + R_2 R_4 + R_1 R_4)$$

$$\varphi = \frac{U R_1 R_2}{R_1 R_2 + R_1 R_4 + R_2 R_4} = 4 \text{ В}$$

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  
7 из 9

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!

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 20 \text{ Вт} = P$$

$$P_1 = \frac{U^2}{R_1} = 3,2 \text{ Вт}$$

$$P_2 = \frac{U^2}{R_2} = 0,8 \text{ Вт}$$

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

$$P_4 = \frac{(U-U)^2}{R_4} = 6 \text{ Вт}$$

3. Из пункта 2. видно, что  $P_2$  - минимальная из мощностей  $\Rightarrow P_{\min} = P_2 = 0,8 \text{ Вт}$

Ответ: 1.  $R_{\text{эв}} = 5 \text{ Ом}$

2.  $P = 20 \text{ Вт}$

3.  $P_{\min} = P_2 = 0,8 \text{ Вт}$  (2 резистора)

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!

Черновик

⑤

$$N_2 = \frac{10 \cdot 5 \cdot 20}{30 + 100 + 120} = \frac{1000}{250} = 4$$

$$F = N_1 \sin \alpha = N_2$$

$$\frac{\left( \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_4 \right) \cdot R_3}{\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3 + R_4} = \frac{100}{20} = 50 \text{ H}$$

$$N_1 \cos \alpha = mg$$
  

$$N_1 \sin \alpha = F$$
  

$$F/mg = \tan \alpha$$

$$t_1 - t_2 = L$$
  

$$t_0 - t_{100} = L \cdot \frac{t_2 - t_1}{t_1}$$
  

$$V = V_0 + at$$
 Найти  $a$  и  $V_0$

$$\beta V_0 = V_0 + a \cdot t_{100}$$
  

$$(\beta - 1) V_0 = a \cdot t_{100}$$
  

$$V_0 = \frac{m}{g}$$

$$(\beta - 1) \cdot \frac{m}{g} = a \cdot t_{100} \Rightarrow a = \frac{(\beta - 1)m}{g \cdot t_{100}}$$

$$V = \frac{m}{g} + \frac{(\beta - 1)m}{g \cdot t_{100}} \cdot t$$

$$\Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \frac{(\beta - 1)m}{g \cdot t_{100}} \cdot (t_2 - t_1) = \Delta V = S \cdot L$$

20.  $F > 20 \text{ H}$



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!

Черновик

3. 4. Чтобы время полета было максимальным, скорость  $v_{abc}$  - должна быть минимальной.

$$v_{abc} = \sqrt{u^2 - v^2 \sin^2 \alpha} - \sqrt{v^2 - v^2 \sin^2 \alpha} = 8 \sqrt{9 - 4 \sin^2 \alpha} - 8 \sqrt{4 - 4 \sin^2 \alpha}$$

$$(v_{abc})' = 8 \cdot \frac{1}{2\sqrt{9-4\sin^2\alpha}} \cdot (-4 \cdot 2 \cdot \sin\alpha) \cdot \cos\alpha - 8 \cdot \frac{1}{2\sqrt{4-4\sin^2\alpha}} \cdot (-4 \cdot 2 \cdot \sin\alpha) \cdot \cos\alpha = 0$$

$$4 - 4 \sin^2 \alpha \neq 0 \Rightarrow \sin \alpha \neq 1 \Rightarrow \cos \alpha \neq 0$$

$$\frac{4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\sqrt{9 - 4 \sin^2 \alpha}} = \frac{4 \cdot 4 \cdot 2 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha}{\sqrt{4 - 4 \sin^2 \alpha}}$$

(1)  $\sin \alpha = 0$

(2)  $\sqrt{9 - 4 \sin^2 \alpha} = \sqrt{4 - 4 \sin^2 \alpha}$ , что невозможно

$$\sin \alpha = 0 \Rightarrow \alpha = 0^\circ \Rightarrow v_{abc} = u - v = 8 \frac{m}{c} =$$

4.  $\alpha = 0^\circ \Rightarrow v_{abc} = u - v \Rightarrow T_{max} = \frac{S}{v_{abc}} = \frac{S}{u - v} = T_{max}$

$$T_{max} = \frac{9600 \text{ м}}{24 \frac{m}{c} - 16 \frac{m}{c}} = \frac{9600 \text{ м}}{8 \frac{m}{c}} = 1200 \text{ с} = T_{max}$$

Ответ: 1.  $u = 24 \frac{m}{c}$

2.  $T_1 = \frac{6000}{3\sqrt{21} - 8} \text{ с}$

3.  $\alpha = 0^\circ$

4.  $T_{max} = 1200 \text{ с}$

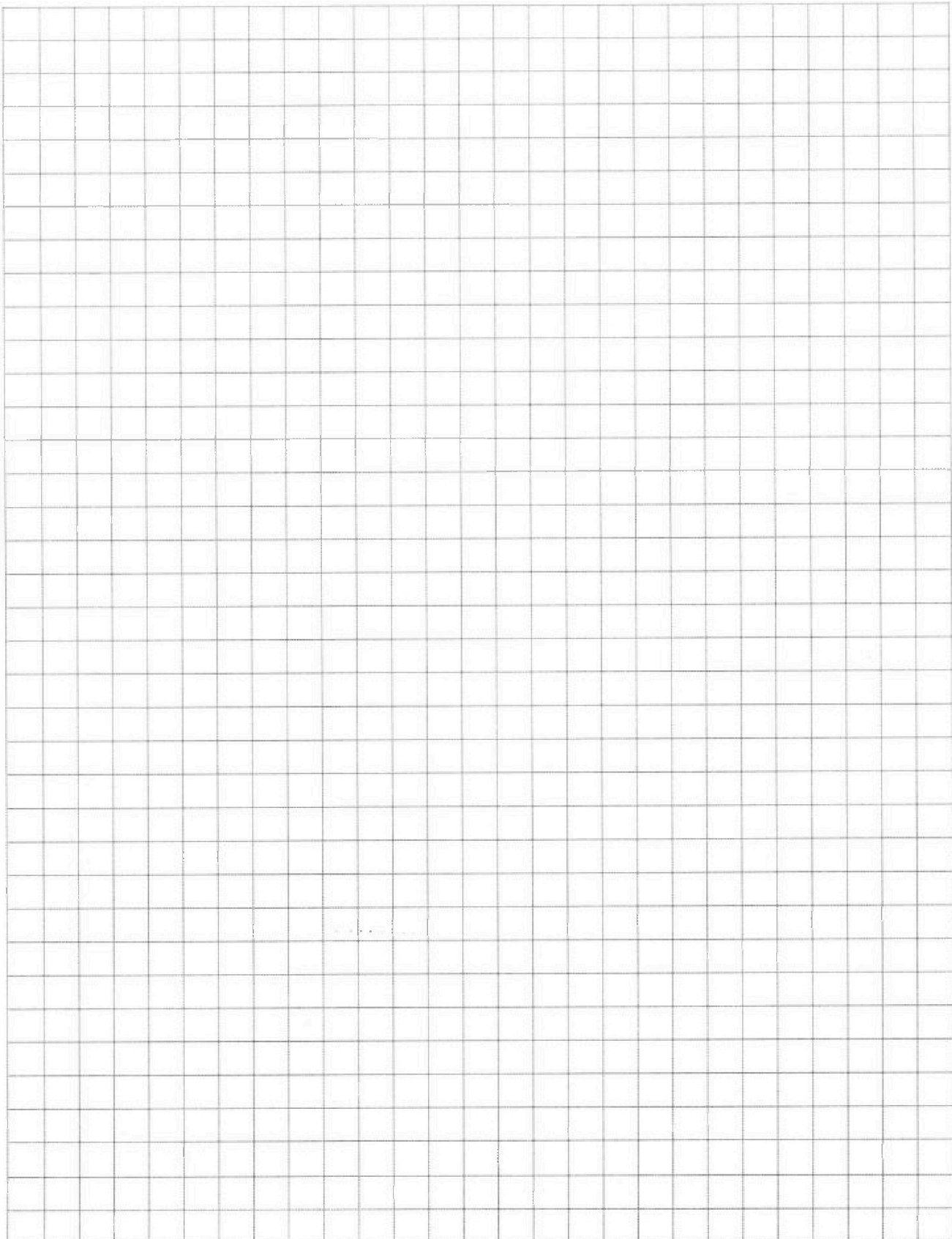


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!



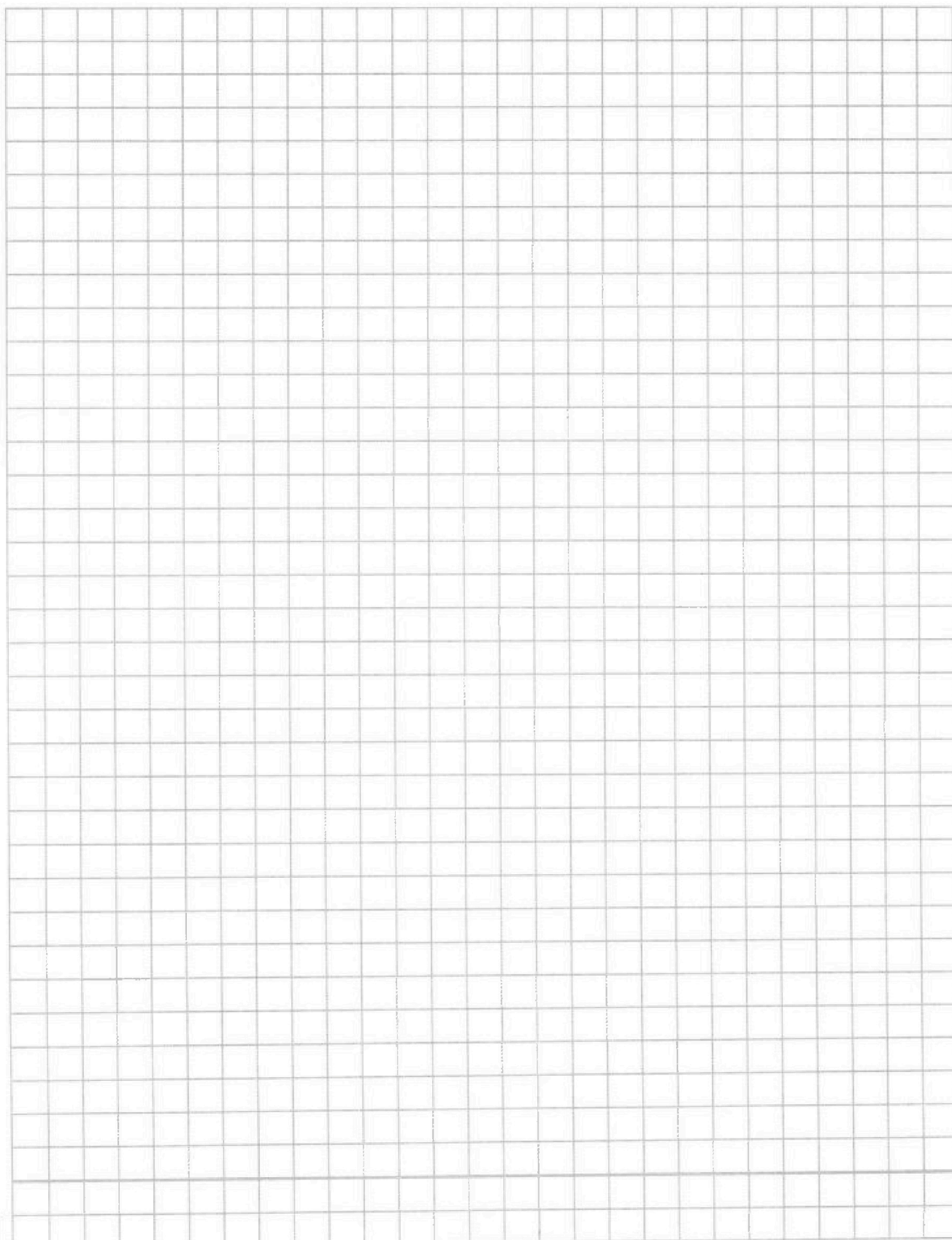


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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!

①  $S = T_0 \cdot u \Rightarrow u = \frac{S}{T_0} = \frac{9600 \text{ м}}{400 \text{ с}} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$T = \frac{t_1 + t_2}{2} = 0,2$

$63 = 1,9 \cdot B$   
 $7,33$   
 $\times 0,36$   
 $\frac{4}{1,44}$

$89 \text{ м}$   
 $3$   
 $9,00$   
 $- 1,44$   
 $\frac{7,56}{29,56}$

со ветра  
 $\sqrt{756}$   
 $10$

$189 \overline{) 9}$   
 $21$

$356 \overline{) 4}$   
 $1489$   
 $- 32$   
 $36$

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

$2,52 \overline{) 13,6}$

$252 = \frac{126}{1360} = \frac{63}{680} = \frac{63}{340}$

$v_{\text{до}} = v_{\text{от}} + v_{\text{неп}}$

$v_{\text{до}} = 24 \cdot u + v$

$\frac{84}{100} = \frac{21}{25}$

$\sqrt{0,84}$

$13,6 \overline{) 2,52}$

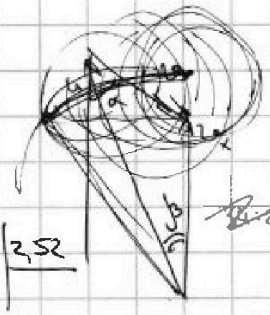
$340 = 5 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 17$

$\frac{16 \cdot 8}{24 \cdot 10} = 0,4 = \sin \beta$

$\sin \beta = \frac{v \sin \alpha}{u} = \frac{2}{3} \sin \alpha$

$\cos \alpha = 0,8$

$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha} = \sqrt{9 - 4 \cos^2 \alpha}$



$136 = 2 \cdot 68 = 2 \cdot 2 \cdot 34 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 17$

$\sin \alpha \neq 0 \Rightarrow \cos \alpha \neq 0$

$v_x = u \cdot \frac{\sqrt{21}}{5} - v \cdot 0,8 = \frac{24\sqrt{21}}{5} - \frac{16 \cdot 4}{5}$

$\frac{84}{100} = \frac{21}{25}$

$13,6 \overline{) 2,52}$

$340 = 5 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 17$

$\frac{16 \cdot 8}{24 \cdot 10} = 0,4 = \sin \beta$

$\cos \beta = \sqrt{0,84} = \frac{\sqrt{21}}{5}$

$136 = 2 \cdot 68 = 2 \cdot 2 \cdot 34 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 17$

$\sin \alpha \neq 0 \Rightarrow \cos \alpha \neq 0$

(1)  $\sin \alpha = 0$

(2)  $\frac{24\sqrt{21} - 64}{25} = \frac{8}{5} \cdot (3\sqrt{21} - 8) = \frac{8(3\sqrt{21} - 8)}{5}$

$\times \frac{340}{90}$   
 $17000$

$\frac{9600 \text{ м} \cdot 5}{8(3\sqrt{21} - 8)} = \frac{1200 \cdot 5}{3\sqrt{21} - 8} = \frac{6000}{3\sqrt{21} - 8} = T_1$

$8 \cdot \frac{1}{2 \cdot \sqrt{9 - 4 \sin^2 \alpha}} \cdot (-4 \sin^2 \alpha) \cdot 2 \cos \alpha = v_x \rightarrow \min = u \cdot \frac{\sqrt{9 - 4 \sin^2 \alpha}}{3} - v \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$

$= 8 \cdot \frac{1}{2 \sqrt{9 - 4 \sin^2 \alpha}} \cdot (-4 \sin^2 \alpha) \cdot 2 \cos \alpha = 8 \sqrt{9 - 4 \sin^2 \alpha} - \frac{8}{16} \sqrt{4 - \sin^2 \alpha} \rightarrow \min$

$> 5$