



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02



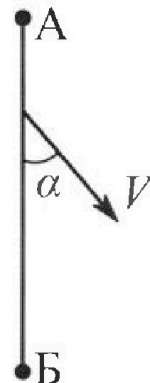
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Беспилотные летательные аппараты применяют для доставки полезных грузов. Аппарат всегда летит по прямой. Продолжительность полета аппарата по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$  в безветренную погоду составляет  $T_0=200$  с. Расстояние  $AB$  равно  $S=2$  км.

1. Найдите скорость  $U$  аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью  $V = 15$  м/с под углом  $\alpha$  к прямой  $AB$  (см. рис.),  $\sin \alpha = 0,8$ .

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  $A \rightarrow B \rightarrow A$  минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность  $T_{MIN}$  полета по маршруту  $A \rightarrow B \rightarrow A$ .



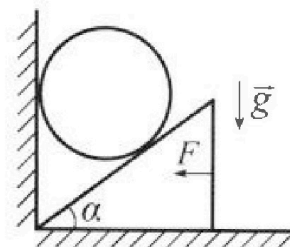
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

1. Найдите продолжительность  $T$  полета от старта до подъема на максимальную высоту.
2. Найдите дальность  $L$  полета от старта до падения на площадку.
3. Найдите радиус  $R$  кривизны траектории в малой окрестности высшей точки.

3. Клин с углом  $\alpha$  при вершине находится на горизонтальной поверхности (см. рис). На наклонной плоскости клина покоится однородный шар, касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны  $m=0,4$  кг. Трения нет. Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

Систему удерживают в покое горизонтальной силой  $F = \sqrt{3}mg$ .

1. Найдите угол  $\alpha$ , который наклонная плоскость клина образует с горизонтальной поверхностью.



Силу  $F$  снимают, шар и клин приходят в поступательное прямолинейное движение с нулевой начальной скоростью. После перемещения по вертикали на  $H$  шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью. Перемещение шара после соударения до первой остановки равно  $h=0,15$  м.

2. Найдите перемещение  $H$  шара до соударения.
3. Найдите силу  $N_1$ , с которой вертикальная стенка действует на шар в процессе разгона клина.
4. При каком значении угла  $\alpha$  сила  $N_1$  максимальная по величине?
5. Найдите максимальную величину  $N_{MAX}$  этой силы.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2024

Вариант 09-02

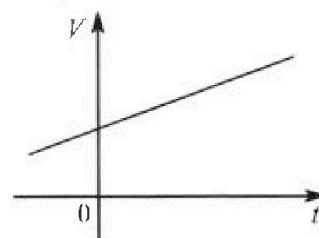
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.



4. Для контроля температуры воды в лечебной ванне используют спиртовой термометр. На шкале такого термометра расстояние между отметками  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  и  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  равно  $L=100$  мм. В термометре находится  $m=0,04$  г спирта.

Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем спирта увеличивается по линейному закону. График зависимости объема  $V$  спирта от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  объем спирта в  $\beta = 1,12$  раза больше объема спирта при  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Плотность спирта при температуре  $t_0 = 0^\circ\text{C}$  считайте равной  $\rho = 0,8$  г/см<sup>3</sup>. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема  $V(t)$  спирта от температуры  $t$ , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины:  $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$ .



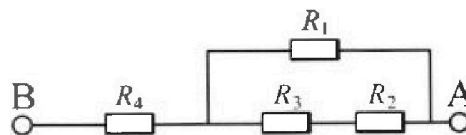
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

2. Найдите убыль  $|\Delta V|$  объема спирта при уменьшении температуры воды от  $t_1 = 50^\circ\text{C}$  до  $t_2 = 40^\circ\text{C}$ . 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  $R_1 = 1,2r, R_2 = 2r, R_3 = 4r, R_4 = r$ , здесь  $r = 5$  Ом.

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

Контакты А и В подключают к источнику постоянного тока  $I = 4$  А.



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



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.

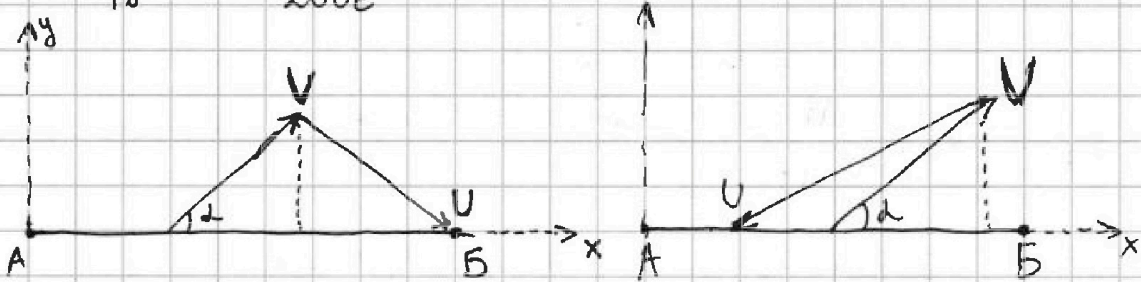
1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
1 ИЗ 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!

реш.

$$U = \frac{2S}{T_0} = \frac{4000\text{ м}}{200\text{ с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



Введем ось  $Ox$  вдоль  $AB$ , перпенд. ей  $Oy$ .

Тогда  $V_y = U_y$ . Скорость посылки отн. земли из  $A$  в  $B$ .

$V_{п1} = U_x + V_x$ , а обратно  $V_{п2} = U_x - V_x$

$$\text{Тогда: } T_A = \frac{S}{V_{п1}} + \frac{S}{V_{п2}} = \frac{S}{U_x + V_x} + \frac{S}{U_x - V_x} =$$

$$= S \frac{U_x - V_x + V_x + U_x}{U_x^2 - V_x^2} = 2S \frac{U_x}{U_x^2 - V_x^2}$$

$$U_x^2 - V_x^2 = (U^2 - U_y^2) - (V^2 - V_y^2) = U^2 - V^2 \Rightarrow$$

$$T_A = 2S \frac{U_x}{U^2 - V^2} = 2S \frac{\sqrt{U^2 - (V \sin \alpha)^2}}{U^2 - V^2} =$$

$$= 2 \cdot 2000\text{ м} \cdot \frac{\sqrt{20^2 - 12^2} \text{ м/с}}{20^2 - 15^2 (\text{м/с})^2} = 2 \cdot 2000\text{ м} \cdot \frac{16 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{175 (\frac{\text{м}}{\text{с}})^2} =$$

$$= \frac{2560}{4} \text{ с.}$$



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 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!

$v \perp$  (прог)

Возьмем формулу (которую я писал ранее) времени <sup>полета</sup> от  $d$ .  $T_{\Pi}$ .

$$T_{\Pi} = 2S \frac{\sqrt{U^2 - (U \sin \alpha)^2}}{U^2 - V^2}$$

Заметим, что при увеличении

$\sin \alpha$  числитель уменьшается, знаменатель и  $T_{\Pi}$  уменьшатся.

Максимальное значение  $\sin \alpha = 1$  при  $\alpha = 90^\circ$ .

$$\text{Значит: } T_{\min} = 2S \frac{\sqrt{U^2 - V^2}}{U^2 - V^2} = \frac{2S}{\sqrt{U^2 - V^2}} =$$

$$= \frac{4000 \text{ м}}{\sqrt{175 \frac{\text{м}}{\text{с}}}} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с; при } \alpha = 90^\circ.$$

~~Ответ: 1)  $U = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $T_1 = \frac{2560}{4} \text{ с}$ ; 3) при  $\alpha \neq 90^\circ$ .~~

4)  $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$

$$T_1 = \frac{S}{V_x + U_x} = \frac{2000 \text{ м}}{\sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha} + \sqrt{U^2 - V^2 \sin^2 \alpha}} = \frac{2000 \text{ м}}{9 \frac{\text{м}}{\text{с}} + 16 \frac{\text{м}}{\text{с}}} =$$

$$= \frac{2000 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с.}$$

Ответ: 1)  $U = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ; 2)  $T_1 = 80 \text{ с}$ ; 3)  $\alpha = 90^\circ$

4)  $T_{\min} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$



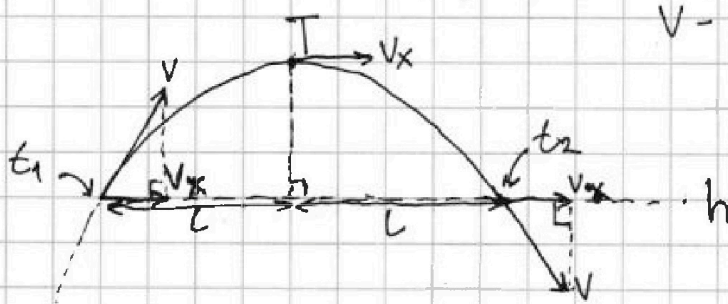
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

№2  
При падении под углом к горизонту тело на одинаковой высоте имеет одинаковый модуль скорости. Это следует из закона сохранения энергии. А значит в моменты  $t_1$  и  $t_2$  тело было на одинаковой высоте. Т.к. тело сохраняет свою горизонтальную скорость, то высшая точка, то есть вершина параболы, была между этими моментами  $t_1$  и  $t_2$ , ровно по середине.



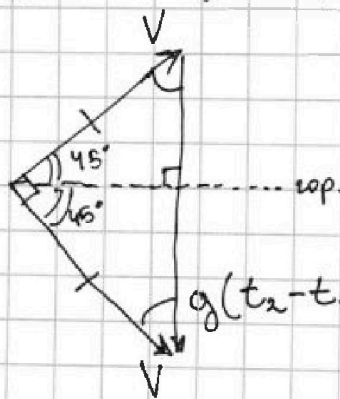
$v$  - скорость в мом.  $t_1$  и  $t_2$ .

$$v_x = \text{const.}$$



$$T = \frac{t_2 + t_1}{2} = \underline{1 \text{ с.}}$$

Теперь нарисуем треугольн. скоростей для моментов  $t_1$  и  $t_2$



Это равноб. прямоугол. тр.

А значит у него равные углы, а угол между вектором скорости и горизонтом равен  $\frac{90^\circ}{2} = 45^\circ$ .

А это значит, что в моменты

$t_1$  и  $t_2$   $v_x = v_y$ . Из треугольн. скоростей видно, что:

$$v_y = \frac{g(t_2 - t_1)}{2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} = v_x.$$



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!

N2

Мы получили, что  $V_x = 5 \frac{m}{c}$ . И эта горизонт. скорость сохраняется на протяжении всего полета.

Значит:  $L = 2TV_x = 10m$ , т.к.  $T$  - время от старта до вершины, тогда время всего полета  $2T$ .

Теперь найдем радиус кривизны  $R$  в верхней точке.

В верхней точке скорости равны  $V_x = 5 \frac{m}{c}$ . При этом, эффективное центростремительное ускорение

$$a_{эф} = g.$$

$$\text{Значит: } R = \frac{V_x^2}{a_{эф}} = \frac{5^2 (\frac{m}{c})^2}{10 \frac{m}{c^2}} = \underline{2,5 m}.$$

Ответ: 1)  $T = 1c$ ; 2)  $L = 10m$ ; 3)  $R = 2,5m$ .

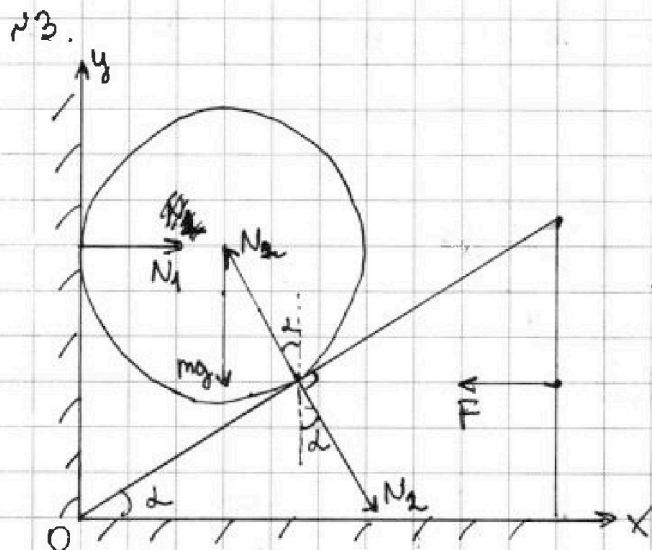
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



Расставим силы, действ. на клин и шар.

В проекции на ось  $Ox$  для клина:

$$N_2 \sin \alpha = F \Rightarrow N_2 = \frac{F}{\sin \alpha}$$

$$F = \sqrt{3} mg$$

В проекции на ось  $Oy$  для шара.

$$N_2 \cdot \cos \alpha = mg \Rightarrow F \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = mg \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \operatorname{tg} \alpha = \sqrt{3} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$

Т.к. шар абсолютно упруго сталкивался с полом, то он отпрыгнул с такой же скоростью, с которой приземлился, а отпрыгнул он на  $h$ . Значит:

$$h = \frac{v^2 - 0^2}{2g} \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{3} \frac{m}{e} - \text{скорость с которой он отпрыгнул.}$$



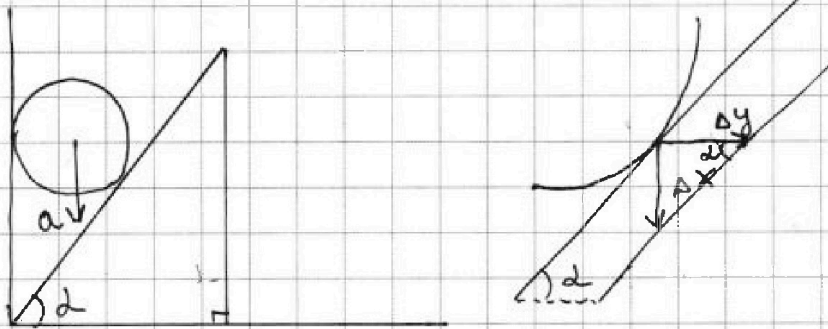
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Пусть шар начал двигаться ~~с~~ с ускорением  $a$ .



Если шар ускоряется по направлению  $\Delta x$ , то клин сместится на  $\Delta y = \frac{\Delta x}{\tan \alpha}$ . Значит ускорение клина  $\frac{a}{\tan \alpha}$

Теперь запишем 2 и 3. Контракты для шара и клина:

$$mg - N_2 \cos \alpha = ma.$$

$$N_2 \sin \alpha = m \frac{a}{\tan \alpha}$$

$$\text{Также: } N_2 \sin \alpha = N_1 = \frac{ma}{\tan \alpha}$$

$$N_2 = \frac{ma}{\tan \alpha \cdot \sin \alpha}; \quad \cancel{mg} \quad mg - \frac{ma}{\tan^2 \alpha} = ma.$$

$$mg = ma \left( 1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha} \right) \Rightarrow a = \frac{g}{1 + \frac{1}{\tan^2 \alpha}} = \frac{g \cdot \tan^2 \alpha}{\tan^2 \alpha + 1}$$

при  $\alpha = 60^\circ$   $a = 4,5 \frac{m}{c^2}$ . Тогда:

$$H = \frac{v^2 - 0^2}{2a} \Rightarrow H = \frac{3 \frac{(m)^2}{c^2}}{15 \frac{m}{c^2}} = 0,2 m$$

$$N_1 = \frac{ma}{\tan \alpha} = \frac{0,4 \text{ кг} \cdot 4,5 \frac{m}{c^2}}{\sqrt{3}} = \frac{3}{\sqrt{3}} H = \sqrt{3} H.$$





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 (прод.)

$$N_{\perp} = \frac{ma}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{mg \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg}^2 \alpha + 1} = \frac{mg}{\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}}. \quad \text{Для максимиз.}$$

$N_{\perp}$  можно минимизировать  $\operatorname{tg} \alpha + \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$  или наоборот.

Пусть  $\operatorname{tg} \alpha = x$ . Тогда можно минимизировать функцию

$$f(x) = x + \frac{1}{x}. \quad \text{Из неравенства о средних:}$$

$$x + \frac{1}{x} \geq 2\sqrt{x \cdot \frac{1}{x}} = 2. \quad \text{Это достигается при } x = 1.$$

То есть  $\operatorname{tg} \alpha = 1 \Rightarrow \underline{\alpha = 45^\circ}$ . А  $N_{\max}$  тогда:

$$N_{\max} = \frac{mg}{2} = \underline{2H}.$$

Ответ: 1)  $\alpha = 60^\circ$ ; 2)  $H = 0,2 \text{ м}$ ;

3)  $N_{\perp} = \sqrt{3}H$ ; 4) При  $\alpha = 45^\circ$ ;

5)  $N_{\max} = 2H$ .



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!

р4

Зависимости  $V(t)$  имеют вид:

$$V = kt + b. \quad \text{Тогда:}$$

$$V_0 = kt_0 + b = \frac{\rho m}{\rho} \quad - \text{исходный объем при } t_0.$$

$$V_{100} = kt_{100} + b = \frac{\rho m \beta}{\rho} \quad - \text{объем при } t_{100}.$$

$$k(t_{100} - t_0) = \frac{\rho m}{\rho}(\beta - 1).$$

$$k = \frac{\rho m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)}.$$

если полагать  $b$   $t_0 = 0^\circ\text{C}$ .

$$b = \frac{\rho m}{\rho} - kt_0 = \frac{\rho m}{\rho} \left( 1 - \frac{(\beta - 1)t_0}{t_{100} - t_0} \right) = \frac{\rho m}{\rho}.$$

Тогда зависимость:

$$V = \frac{\rho m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{\rho m}{\rho}.$$

$$\Delta V = V_1 - V_2 = \frac{\rho m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t_1 + \frac{\rho m}{\rho} - \left( \frac{\rho m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t_2 + \frac{\rho m}{\rho} \right).$$

$$= \frac{\rho m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} (t_1 - t_2) = \frac{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 0,042 / 0,12}{100^\circ\text{C}} \cdot 10^\circ\text{C}$$

$$= \frac{0,042 \cdot 0,12 \cdot 10^\circ\text{C}}{0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 100^\circ\text{C}} = \frac{4 \cdot 10^{-2} \cdot 12 \cdot 10^{-2} \cdot 10 \text{ см}^3}{0,8 \cdot 10^{-1} \cdot 10^2} = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3$$



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  
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!

$$\Delta V = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 = \underline{0,6 \text{ мм}^3}$$

Тогда:  $S = \frac{\Delta V}{\Delta L}$ , где  $\Delta L$  - измен. уровня спирта.

Мы знаем, что расстояние между  $t_{100} = 100^\circ\text{C}$  и

$t_0 = 0^\circ\text{C}$  -  $L = 100 \text{ мм}$ . А значит:

$$\Delta L = \frac{(t_1 - t_2)}{(t_{100} - t_0)} L = 10 \text{ мм}$$

$$\text{Тогда: } S = \frac{\Delta V}{\Delta L} = \frac{0,6 \text{ мм}^3}{10 \text{ мм}} = \underline{0,06 \text{ мм}^2}$$

$$\text{Ответ: 1) } V = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} t + \frac{m}{\rho}$$

$$2) \Delta V = \frac{m(\beta - 1)}{\rho(t_{100} - t_0)} (t_1 - t_2) = 0,6 \text{ мм}^3$$

$$3) S = 0,06 \text{ мм}^2$$



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  
1 из 2

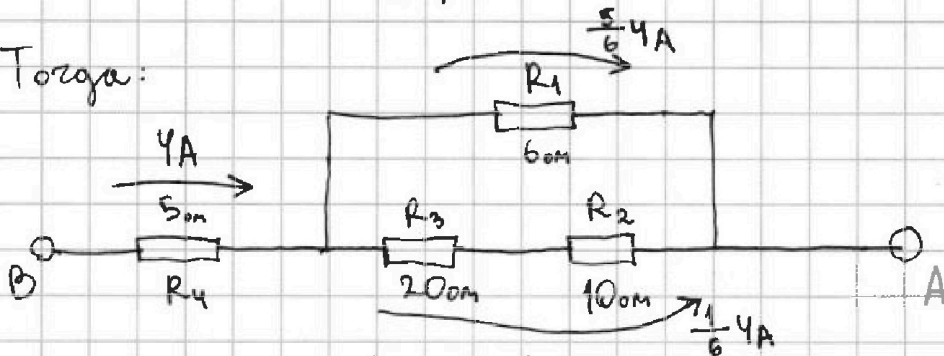
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

№5

$$r = 5 \text{ ом} \Rightarrow R_1 = 6 \text{ ом}; R_2 = 10 \text{ ом}; R_3 = 20 \text{ ом}$$

$$R_4 = 5 \text{ ом.}$$

Тогда:



$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{(R_3 + R_2) R_1}{(R_3 + R_2) + R_1} = 5 \text{ ом} + \frac{30 \text{ ом} \cdot 6 \text{ ом}}{36 \text{ ом}} =$$

$$= \underline{10 \text{ ом}} \quad I_4 = I;$$

Расставим токи.

$$I_1 + I_3 = I_4$$

$$I_4 = 4 \text{ А}; \quad I_3 = I_2; \quad R_1 I_1 = (R_3 + R_2) I_3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = I_4 \cdot \frac{(R_3 + R_2) R_1}{(R_3 + R_2) + R_1} = \frac{5}{6} \cdot 4 \text{ А}$$

$$I_3 = I_2 = I_4 \cdot \frac{R_1}{(R_3 + R_2) + R_1} = \frac{1}{6} \cdot 4 \text{ А.}$$

$$P = I^2 R_{\text{экв}} = 4^2 \cdot 10 \text{ ом} = \underline{160 \text{ Вт.}}$$

$$P_4 = I_4^2 R_4 = 80 \text{ Вт.}; \quad P_1 = \frac{80}{6} = I_1^2 R_1 = \frac{400}{6} \text{ Вт}$$

$$P_3 = I_3^2 R_3 = \frac{320}{36} \text{ Вт}; \quad P_2 = I_2^2 R_2 = \frac{160}{36} \text{ Вт.}$$



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 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!

№5 (прод.)

Минимальное из  $P_x$  это  $P_2 = \frac{160}{36} \text{ Вт} = \frac{40}{9} \text{ Вт} = P_{\min}$   
на  $2 \text{ м}$  резисторе.

Ответ: 1)  $R_{\text{экв}} = 1 \text{ Ом}$  2)  $P = 160 \text{ Вт}$

3) на  $2 \text{ м}$ :  $P_{\min} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$ .



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

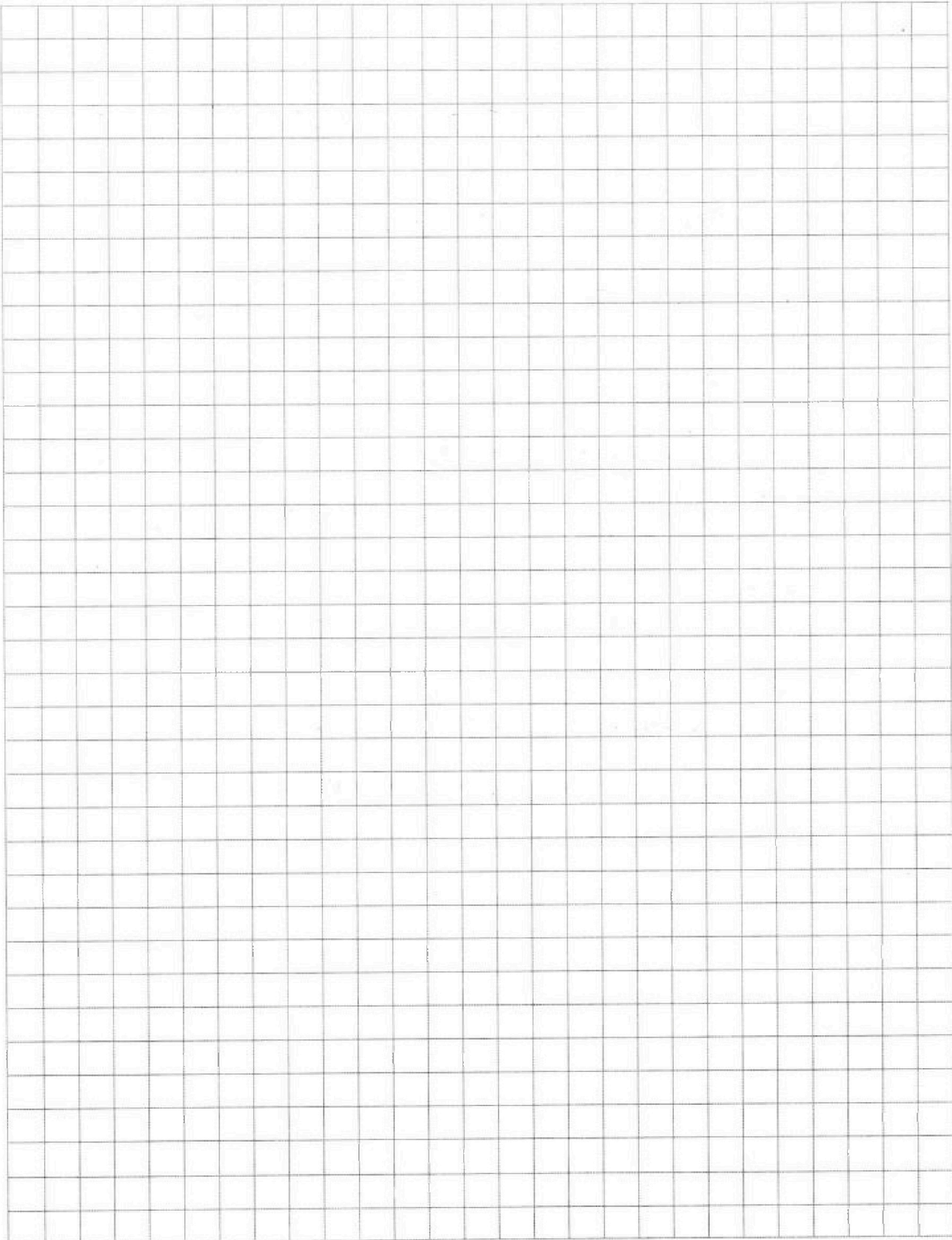
5

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!





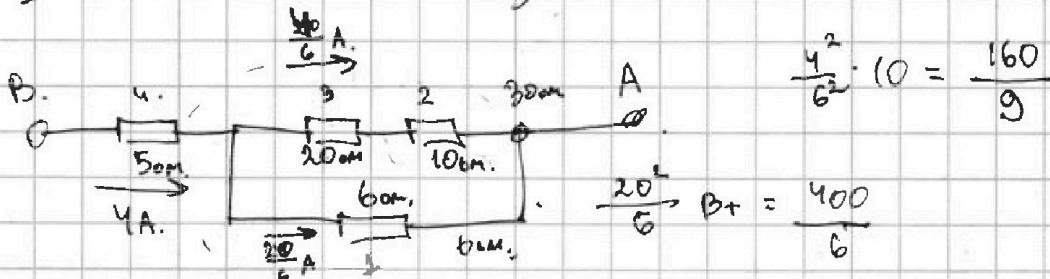
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

$$R_1 = 1,2 \cdot 5 \quad R_2 = 10 \quad R_3 = 20 \quad R_4 = 5$$

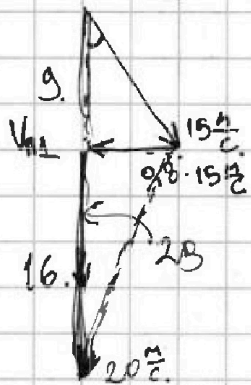


$$R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{(R_3 + R_2)R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = 5 + \frac{30 \cdot 6}{36} = 10 \text{ Ом}$$

$$P = I^2 R = 4^2 \cdot 10 = 160 \text{ Вт}$$

$$V = \frac{2S}{T_0} = \frac{4 \text{ км}}{2000} = \frac{4000 \text{ км}}{2000} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\sin \alpha = 0,8 \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,64} = 0,6$$



$$V_{n1}^2 + 15^2 - 2 \cdot V_{n1} \cdot 15 \cdot 0,6 = 20^2$$

$$T_0 = \frac{S}{V_{n1}} + \frac{S}{V_{n2}}$$

$$V_{n1}^2 - 18V_{n1} - 175 = 0$$

$$D = 324 + 4 \cdot 175 =$$

$$20^2 - 12^2 = 400 - 144 = 256 = 16^2$$

$$T_0 = \frac{S}{V_x + V_y} + \frac{S}{V_y - V_x} = \frac{S(V_y - V_x + V_y + V_x)}{2(V_y^2 - V_x^2)}$$

$$16 - 9, \quad 20^2 - x^2 - (15 - x)^2$$

$$175 = 5 \cdot 5 \cdot 7$$

$$\frac{324}{2000}$$

$$\frac{1000}{25} = 40 \quad \frac{40 \cdot 4 \cdot 16}{4} = \frac{2560}{4}$$

$$\frac{1000}{25} = 40$$

$$90$$

$$36$$



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!

$$V_0 = \rho m$$

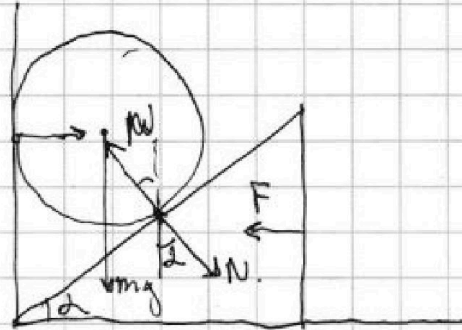
$$V_{100} = \rho m \beta$$

$$V = kt + b$$

$$V_0 = \rho m + kt_0$$

$$V_{100} = kt_{100} + \rho m = \rho m \beta$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}}$$



$$N \cdot \cos \alpha = F$$

$$kt_{100} = \rho m (\beta - 1), \quad N = \frac{F}{\cos \alpha}$$

$$\rho kt_0 + b = \rho m$$

$$\rho kt_{100} + b = \rho m \beta$$

$$\rho k(t_{100} - t_0) = \rho m (\beta - 1)$$

$$k = \frac{\rho m (\beta - 1)}{t_{100} - t_0}$$

$$N \cdot \sin \alpha = mg$$

$$F \cdot \tan \alpha = mg$$

$$\tan \alpha = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$b + \frac{1}{2} = 2.4$$

$$b = \rho m - \frac{\rho m (\beta - 1)}{t_{100} - t_0} t_0 = \rho m \left( 1 - \frac{(\beta - 1)t_0}{t_{100} - t_0} \right)$$

$$V(t) = \frac{\rho m (\beta - 1)}{t_{100} - t_0} \cdot t + \rho m \left( 1 - \frac{(\beta - 1)t_0}{t_{100} - t_0} \right)$$

$$x_1 = \frac{-2}{-2}$$

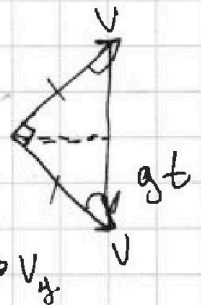
$$x^2 + 1 = 2x$$

$$D = 4 - 4 = 0$$

$$x + \frac{1}{x} = 2$$

$$x + \frac{1}{x} = \frac{2}{x^2} = \frac{1}{2}$$

$$x = \frac{1}{\sqrt{2}}, \quad 2x^2 = 1$$



$$V = \frac{gt}{\sqrt{2}} = \frac{10}{\sqrt{2}} \frac{m}{c}$$

$$\frac{\sin^2}{\cos^2} + \sin^2 + \cos^2 = 1 - \frac{1}{x^2} = 0$$

$$1 - \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{x^2} = 0$$

$$\frac{1}{2x^2} = 1, \quad x + \frac{1}{x}$$