



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

## Вариант 09-02



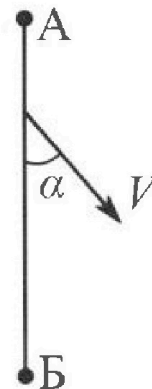
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 и 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  $A \rightarrow B \rightarrow A$ .



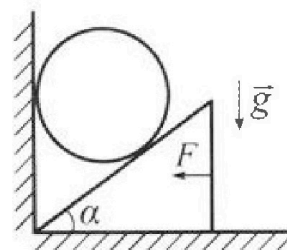
2. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Модуль скорости мяча через  $t_1 = 0,5$  с и  $t_2 = 1,5$  с после старта одинаков. За этот промежуток времени вектор скорости мяча повернулся на угол  $2\beta = 90^\circ$ . Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

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

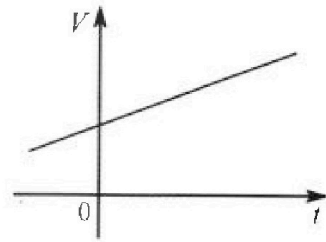


В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

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



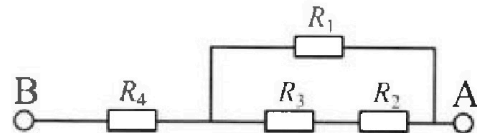
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна  $t_1 = 50^\circ\text{C}$ .

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  $P_{\text{MIN}}$ .



1  2  3  4  5  6  7

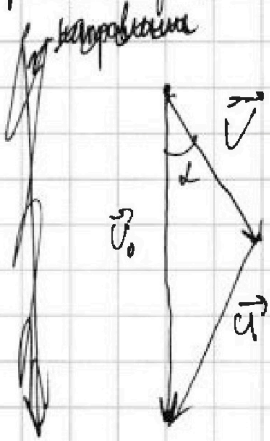
СТРАНИЦА  
1 из 9

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!

N 1

Длина маршрута  $A \rightarrow B \rightarrow A = 2S = 4000 \text{ м}$ , раз во время  $T_0$ , то  $U = \frac{2S}{T_0} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Пусть  $\vec{v}_0$  - абсолютная скорость, чтобы отп. зовел до б, нужно, чтобы она была направлена по АВ. Ее вектор образуется из суммы 2 векторов: скорости ветра  $\vec{V}$  и скорости ат. отн. ветра  $\vec{U}$ .



$\sin \alpha = 0,8$  по ОТТ  $\cos \alpha = 0,6$ .

$V = 15 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

По теореме косинусов  $v_0^2 + V^2 - 2Vv_0 \cos \alpha = U^2$

$v_0^2 - v_0 \cdot 2V \cos \alpha + V^2 - U^2 = 0$

$D = 4V^2 \cos^2 \alpha - 4V^2 + 4U^2$

$v_0 = \frac{2V \cos \alpha \pm \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}}{2}$

$= V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}$  (знак +, так как  $v_0 > 0$ )

$v_{0 \text{ max}} = V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2} =$   
 $= 15 \cdot 0,6 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \sqrt{225 \cdot 0,36 + 400 - 225} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$= 9 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \sqrt{81 + 400 - 225} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 9 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \sqrt{256} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$T = \frac{S}{v_0} = \frac{2000 \text{ м}}{25 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 80 \text{ с}$

← время движения из А в Б

или  $v_0 \cos \alpha > \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}$  ( $U^2 - V^2 > 0 \Rightarrow U^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2 > V^2 \cos^2 \alpha$ )





1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
2 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!

~1

Продолжение.

Рассмотрим движение из  $\vec{b}$  в  $A$ .  $v_0^1$  - абсолютная скорость при движении  $\vec{b} \rightarrow A$ .

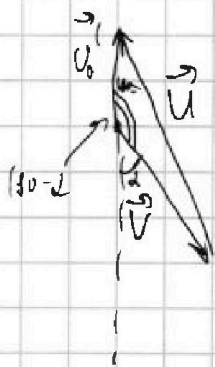
По теореме косинусов:

$$v_0^1{}^2 + V^2 - 2 \cdot v_0^1 V \cos \alpha (180 - \alpha) = U^2$$

$$v_0^1{}^2 + v_0^1 \cdot 2V \cos \alpha + U^2 - U^2 = 0$$

$$D = 4V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2$$

$$v_0^1 = \frac{-2V \cos \alpha \pm \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2}}{2} =$$



знак браться можно по приближенным описанным формул.

$$v_0^1 = -V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2}$$

минуса браться не может

т.к. тогда  $v_0^1 < 0$  (судя по 2-х отриц. числ.)

$T^1$  - время движения для этого случая

это  $\frac{s}{v_0^1}$

$$\text{Общее время движения, } T + T^1 = s \left( \frac{1}{v_0} + \frac{1}{v_0^1} \right) = s \frac{v_0 + v_0^1}{v_0 v_0^1}$$

для общего случая  $\cos \alpha \neq 0, 1$

$$v_0 + v_0^1 = V \cos \alpha - V \cos \alpha + 2 \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2}$$

$$v_0 v_0^1 = V \cos \alpha \left( \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2} - V \cos \alpha \right) \left( \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2} + V \cos \alpha \right) =$$

$$= V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2 - V^2 \cos^2 \alpha = U^2 - V^2$$





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!

№1

Продолжение  $T + T' = \frac{2\sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U - V^2}}{U^2 - V^2} \cdot S$

Видно, что это ф-я возрастает от  $\cos^2 \alpha$  ~~или~~ <sup>или</sup> ~~знаем~~ <sup>знаем</sup> наименьшее значение будет если  $\cos^2 \alpha$  будет наименьшим, а это 0, то есть  $\alpha = 90^\circ$ . При этом  $\alpha$ :  $T + T' = \frac{2\sqrt{U^2 - V^2}}{U^2 - V^2} \cdot S =$

$$= \frac{2\sqrt{400 - 225}}{400 - 225} \cdot 2000 = \frac{2\sqrt{175}}{175} \cdot 2000 =$$

$$= \frac{2 \cdot 5\sqrt{7} \cdot 2000}{25 \cdot 7} = \frac{10\sqrt{7} \cdot 80}{7} = \frac{800\sqrt{7}}{7}$$

Стоит отметить, что если при движении из А в Б ~~скорость~~ <sup>то есть против движения</sup> ~~прошная~~ <sup>прошная</sup> скорость ветра будет против АБ, то при движении из Б в А скорость ветра будет в сторону нашего движения, из-за чего ~~ветер~~ ~~условие~~ ~~судно~~ ~~просто~~ ~~поменяются~~ ~~местами~~, на судно ~~также~~ и произведение это не влияет.

Ответ: 1)  $U = 20 \frac{м}{с}$  2)  $T_1 = 80 с$  3) при  $\alpha = 90^\circ$  4)  $T_{min} = \frac{800\sqrt{7}}{7}$



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.

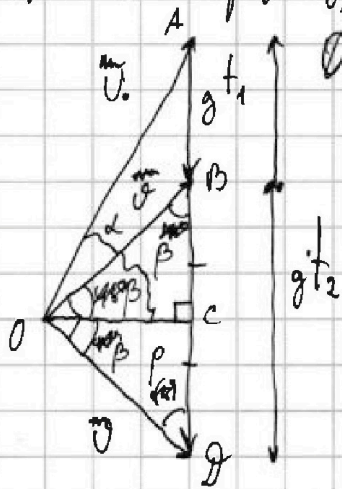
1  2  3  4  5  6  7

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!

п.2

Нарисуем векторы скоростей в начале, через  $t_1$  и через  $t_2$ , а также векторы изменения этих скоростей. Пусть в начале была скорость  $v_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту, а через  $t_1$  и  $t_2$  скорость  $v$ . ( $2\beta = 90^\circ \Rightarrow \beta = 45^\circ$ )



OC-высота

$\Delta OBD$  - равноб., а  $\angle BOB = 90^\circ \Rightarrow \angle BOC = \angle OBD =$

$$= \angle BOC = \angle ODC = 45^\circ = \beta$$

OC - выс (т.о.ка и бисс.)

OC - мед.

$$BC = g \left( \frac{t_2 - t_1}{2} \right) \Rightarrow AC = g \left( \frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 \right) = g \left( \frac{t_1 + t_2}{2} \right)$$

$$\angle AOC = \alpha$$

OC - горизонтальное положение скорости, то есть в наивысшей точке.

$$T = \frac{t_2 - t_1}{2} + t_1 = \frac{t_1 + t_2}{2} = \frac{0,5c + 1,5c}{2} = 1c \quad \leftarrow \text{Ответ на п.1}$$

Проекция скорости на гор. ось, направленно в сторону движения это  $v \cos \beta$ .

От старта до падения прошло  $2T$  времени.

$$L = 2T \cdot v \cos \beta = 2T \cdot [BC] = 2T \cdot g \cdot \frac{t_2 - t_1}{2} = 10 \text{ м} \quad \leftarrow \text{Ответ на п.2}$$

Полное ускорение точки в любой момент времени это  $\frac{v_i^2}{R}$ , где  $v_i$  - ее скорость в данный момент.

(В нашей задаче то равно  $g$ )

$$g = \frac{(v \cos \beta)^2}{R} \Rightarrow R = \frac{(v \cos \beta)^2}{g} = \frac{BC^2}{g} = g \frac{(t_2 - t_1)^2}{4} \quad \leftarrow \text{а R - радиус кривизны в данный момент.}$$

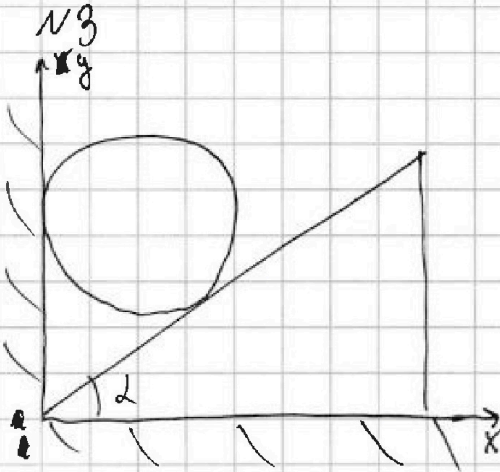




1  2  3  4  5  6  7

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!



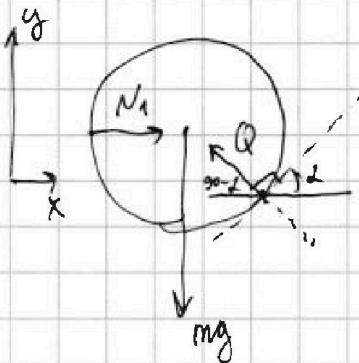
Т.к. система в равновесии, то силы действующие на шар и на клин скомпенсированы.

$N_k$  - сила реакции ~~шара~~ пола на клин

$N_{ст1}$  - сила реакции стены на шар

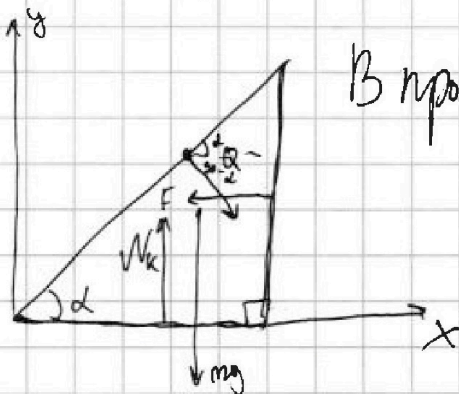
$Q$  - сила взаимодействия между предметами.

Силы действующие на шар:



В проекции на ось  $y$ :  $mg = Q \cos \alpha$  (1)

Силы действующие на клин:



В проекции на ось  $x$ :  $Q \sin \alpha = F$  (2)

$$\frac{(1)}{(2)} \operatorname{ctg} \alpha = \frac{mg}{F} = \frac{mg}{mg \cos \alpha} = \frac{1}{\cos \alpha} \Rightarrow \alpha = 60^\circ$$





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

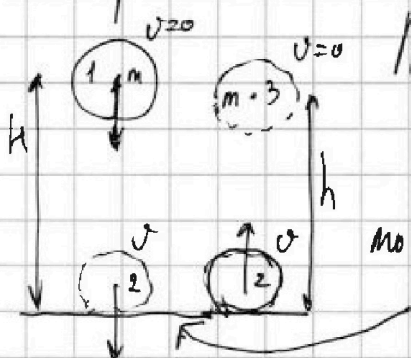
СТРАНИЦА  
8 ИЗ 9

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!

№3

Продолжение. После снятия силы, шар касается падающего бруса.

Решение



По ЗСЭ  $E_{полн1} = E_{полн2} = E_{полн3}$   
Раз удар упругий,  
то скорость не меняется

$$mgH = m \frac{v^2}{2} = mgh$$

$$H = h = 0,15 \text{ м}$$

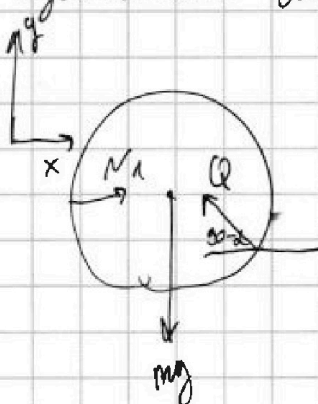
$$v^2 = 2gh = 3 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

Пусть ускорение шара по горизонтали равно  $a_{ш}$ .

Раз нач. скорость 0, а при прохождении высоты  $H$  скорость стала  $v$ , то

$$H = \frac{v^2}{2a_{ш}} \Rightarrow a_{ш} = \frac{v^2}{2H} = \frac{3 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 0,15 \text{ м}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = g$$

Единственная сила, движущая шар от стены, это  $N_1$ , но при малейшем отрыве от стены, она пропадает и шар прижимается к стене под силой  $Q$ . Этим всё время падения шар касается стены, значит силы  $N_1$  и  $Q$  скомпенсированы по оси  $X$ :  $Q \sin \alpha = N_1 \Rightarrow Q = \frac{N_1}{\sin \alpha}$



II закон Ньютона для оси  $y$ :  $Q \cos \alpha - mg = ma_{ш}$

$$N_1 = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$N_1 \sin \alpha - mg = ma_{ш}$$



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

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!

№ 3

Продолжение.

$$N_1 = \frac{2mg}{\operatorname{ctg} \alpha} = \frac{2 \cdot 0,4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 2 \cdot 0,4 \cdot 10 \cdot \sqrt{3} \text{ Н} = 8\sqrt{3} \text{ Н}$$

$$2mg \quad \parallel \quad \operatorname{ctg} \alpha$$

Максимальное значение  $\operatorname{ctg} \alpha$  достигается при  $\alpha = 90^\circ$ , а само значение тангенса уходит на бесконечность.

Значит  $N_{\max}$  может быть любым

Ответ: 1)  $\alpha = 60^\circ$  2)  $h = 0,15 \text{ м}$  3)  $N_1 = 8\sqrt{3} \text{ Н}$

4)  $\alpha = 60^\circ$  5) ~~или~~ любое большее.





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!

н4

Раз зависимость линейна, то  $V(t) = k \cdot t + b$ , из рас. видно, что  $b \neq 0$

Для  $t = t_0$   $V = \frac{m}{\rho} = k \cdot t_0 + b$  (1) (1)-(2)  $(1-\beta) \frac{m}{\rho} = k t_0 - k t_{100}$

Для  $t = t_{100}$   $V = \beta \frac{m}{\rho} = k t_{100} + b$  (2)

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

Подставим в (1)

$$\frac{m}{\rho} = \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta-1}{t_{100}-t_0} \cdot t_0 + b$$

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

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

← Ответ на пункт 1

Подставим числа в формулу  $V(t) = t \cdot 6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{см}^3}{\text{с}} + \frac{1}{200} \text{см}^3$

$$V(t_1) = 310 \cdot 10^{-5} \text{см}^3 + 50 \cdot 10^{-3} \text{см}^3 = 53 \cdot 10^{-3} \text{см}^3 = 53 \text{мм}^3$$

$$V(t_1) = k t_1 + b \quad V(t_2) = 270 \cdot 10^{-5} \text{см}^3 + 50 \cdot 10^{-3} \text{см}^3 = 52,4 \text{мм}^3$$

$$V(t_2) = k t_2 + b$$

$$|\Delta V| = V(t_1) - V(t_2) = k(t_1 - t_2) = \frac{m}{\rho} (\beta-1) \frac{t_1 - t_2}{t_{100} - t_0} = 53 \text{мм}^3 - 52,4 \text{мм}^3 = 0,6 \text{мм}^3$$

Пометок между  $t_0$  и  $t_{100}$  - 99шт  $\Rightarrow$  отрезков между увеличениями  $99 \cdot 1 = 100$  шт

отрезков между делениями  $\frac{L}{100} = 1 \text{мм}$

Отрезков между  $t_1$  и  $t_2$  10шт, значит

$h$  - расстояние между ними  
 $h = 10 \cdot 1 \text{мм} = 10 \text{мм}$

$$S = \frac{|\Delta V|}{h} = \frac{0,6 \text{мм}^3}{10 \text{мм}} = 0,06 \text{мм}^2$$

← Ответ на п.3



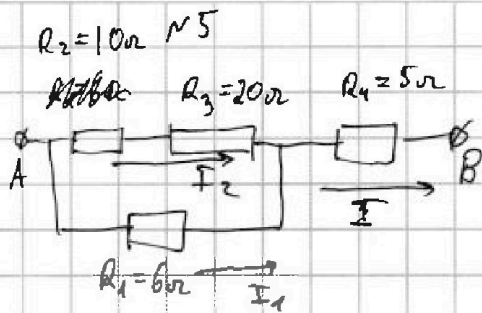


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1  2  3  4  5  6  7

СТРАНИЦА  
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!



Общее сопрот.  $R_{\text{экв}} = R_4 + \frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3} =$   
 $= \left( 5 + \frac{6 \cdot 30}{36} \right) \Omega = 10 \Omega$

После подключения терьер между A и B мерем  $I = 4 \text{ A}$ .

Ищем по  $R_1$  мерем  $I_1$ , а по  $R_2$  и  $R_3$  —  $I_2$ . Тогда  $I_2(R_2+R_3) = I_1 R_1$ ,  
а  $I_1 + I_2 = I$  — по I прав. Киргофа.

$$I_2 \cdot 30 \Omega = I_1 \cdot 6 \Omega$$

$$I_1 = 5 I_2$$

$$5 I_2 + I_2 = I = 4 \text{ A}$$

$$6 I_2 = 4 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{2}{3} \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{10}{3} \text{ A}$$

Процитаем мощность на

каждом резисторе:

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \frac{100 \cdot 6}{9} \text{ Вт} = \frac{600}{9} \text{ Вт}$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \frac{4}{9} \cdot 10 \text{ Вт} = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

$$P_3 = I_2^2 \cdot R_3 = \frac{4 \cdot 20}{9} \text{ Вт} = \frac{80}{9} \text{ Вт}$$

$$P_4 = I^2 \cdot R_4 = 80 \text{ Вт} = \frac{720}{9} \text{ Вт}$$

Видно, что  $P_{\text{min}} = P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$   
ка на  $R_2$ .

Суммарная мощность  $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 =$

$$= \frac{600 + 40 + 80 + 720}{9} \text{ Вт} = \frac{1440}{9} \text{ Вт} = 160 \text{ Вт}$$

Ответ: 1)  $R_{\text{экв}} = 10 \Omega$  3)  $P_{\text{min}} = P_2 = \frac{40}{9} \text{ Вт}$

2)  $P = 160 \text{ Вт}$

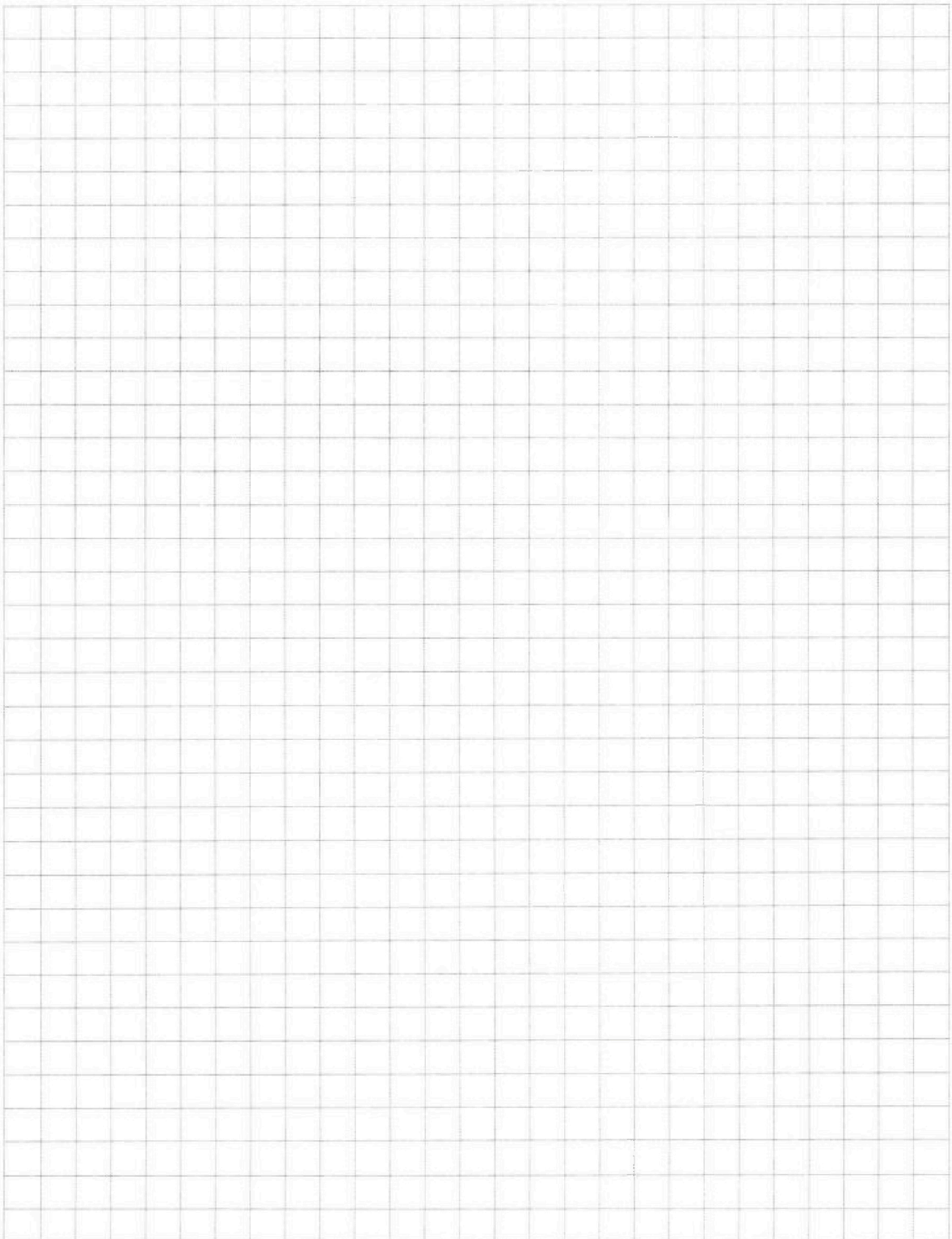


На одной странице можно оформлять **только одну задачу**. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
<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!

$\sim 3$

$b = \frac{0,04}{0,8} = \frac{4^2}{80} = \frac{1}{20}$

$N$   $mg$   $m, F$

$N_u = Q \sin \alpha$   
 ~~$mg = Q \cos \alpha$~~

~~$mg + Q \cos \alpha = N_k$~~

$Q = \frac{m \cdot g}{\cos \alpha}$   $K = \frac{0,04 \cdot 10 \cdot 12}{2 \cdot 80 \cdot 100} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 80} = 3 \cdot 10^{-5}$

$Q = \frac{0,04 \cdot 10 \cdot 12}{2 \cdot 80 \cdot 100} = \frac{4 \cdot 12 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 80} = 3 \cdot 10^{-5}$

$mg \cdot R = Q \cdot R \cdot \cos \alpha$   $F = mg \cdot \tan \alpha$

$0,5 mg = m \cdot g \cdot \tan \alpha$   $\tan \alpha = 0,5$   $\alpha = 26,6^\circ$

$3 \cdot 10^{-5} + 0,05$   
 $3 \cdot 10^{-3} + 0,5$



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 \_\_\_\_\_ 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!

$U = 20 \frac{m}{c}$   
 $V = 15 \frac{m}{c}$

$N_{01} =$   
 $N_{02}$

$N_{01} = V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2}$   
 $N_{02} = -V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2}$

$N_{01}^2 + N_{02}^2 + 2V \cos \alpha \cdot N_{01} = U^2$

$N_{01} = 2 \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha + U^2 - V^2}$

$mg - Q \cos \alpha = ma_n$

$mg \sin \alpha = ma_x$   
 $N_x = mg + Q \cos \alpha$

$h = \frac{v^2 - v_0^2}{2ga_n}$

$N_1 = Q \sin \alpha$   
 $Q = mg$

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

$25 \cdot 4 = 100$   
 $25 \cdot 40 = 1000$   
 $25 \cdot 40 \cdot 2 = 2000$

$20 \cdot 1$   
 $100$   
 $8$

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

$$\frac{2S}{T_0} = \frac{400g}{241}$$

$$20\hat{e} = U$$

$$V = 15\hat{e}$$

$s \cdot \eta = 0,8$   $\cos \alpha = 0,6$   $\frac{4}{3}$   
 $\frac{0,8}{0,6} = \frac{2^4}{\beta_3}$

$$\frac{51 \cdot 3^2 - 3 \cdot 2}{10}$$



$$U_0^2 + V^2 - 2 \cdot U_0 \cdot V \cdot \cos \alpha = U^2$$

$$U_0^2 - 2U_0 \cdot 2V \cos \alpha + (V^2 - U^2) = 0$$

$$D = 4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)$$

$$U_0 = \frac{2V \cos \alpha + \sqrt{4V^2 \cos^2 \alpha - 4(V^2 - U^2)}}{2} = V \cos \alpha + \sqrt{V^2 \cos^2 \alpha - V^2 + U^2}$$

$$T_1 = \frac{S}{U_0}$$

$$a = \omega^2 \cdot R + \frac{v^2}{R} = 15 \cdot 0,6 + \sqrt{16 \cdot 225 \cdot 0,6 + 400 - 225} = 9 + \sqrt{310} = U_0$$

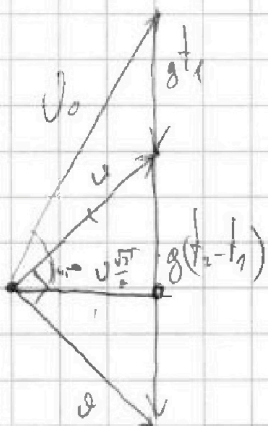
$$135 + 400 - 225 = 310$$

~2

$$\vec{v} = \frac{v_0^2 \cdot g \cdot \eta}{2\beta}$$

$$\frac{v_0 \sin \alpha}{g} = 1 = 1e$$

$$v_0 \sin \alpha = g t_1 + g \frac{t_2 - t_1}{2} = g \left( t_1 - \frac{t_1}{2} + \frac{t_2}{2} \right) = g \left( \frac{t_1 + t_2}{2} \right) = g t_2 = 2 = 10\hat{e}$$



$$L = 2\vec{l} \cdot v_0 \cos \alpha = 2 \cdot 1e \cdot \frac{v_0}{2} = 2 \cdot 1e \cdot g \cdot \left( \frac{t_2 - t_1}{2} \right) = 5 \cdot 1 = 10 \mu$$

$$R = \frac{(v_0/2)^2}{g} = \frac{g^2 \cdot (t_2 - t_1)^2}{g} = g \cdot \frac{(t_2 - t_1)^2}{4} = \frac{10 \cdot 1}{4} = 2,5 \mu$$

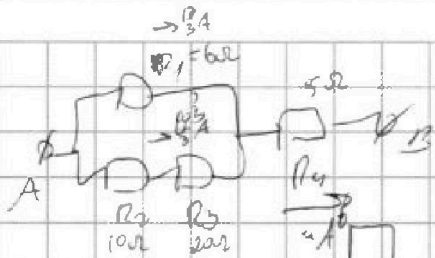
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.



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!



$$R_0 = 5 + \frac{30 \cdot 6}{30 + 6} = 10 \Omega$$

$$\frac{16}{80}$$

$$6I_1 = 30I_2$$

$$I_1 + I_2 = 4$$

$$P = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot 30 + \left(\frac{10}{3}\right)^2 \cdot 6 + 4^2 \cdot 5 = \frac{4 \cdot 30}{9} + \frac{100 \cdot 6}{9} + 20 = \frac{120 + 600}{9} + 20 = 80 + 20 = 100$$

$$I_1 = 5I_2$$

$$P_1 = \frac{100}{9} \cdot 6 = \frac{200}{3} = \frac{600}{9}$$

$$= 80 + 20 = 100$$

$$6I_2 = 4$$

$$P_2 = \frac{60}{9} \cdot 10 = \frac{40}{3}$$

$$P_{2-min} = \frac{40}{9} A$$

$$I_2 = \frac{2}{3} A$$

$$P_3 = \frac{4}{9} \cdot 20 = \frac{80}{9}$$

$$I_1 = \frac{10}{3} A$$

$$P_4 = 6 \cdot 80 \text{ Вт} = \frac{20}{9}$$

$$V = kt + b$$

$$k \cdot t_{100} + b = \beta \cdot V_0$$

$$k \cdot t_0 + b = V_0$$

$$k(t_{100} - t_0) = (\beta - 1) \frac{m}{\rho_0}$$

$$\frac{m}{\rho_0} = \frac{t_{100} - t_0}{t_{100} - t_0}$$

$$V = 3 \cdot 10^{-5} t + \frac{0,04 \cdot 1}{0,8 \cdot \frac{800}{200}}$$

$$V(t) = \frac{m(\rho - 1)}{(t_{100} - t_0)\rho_0} t + \frac{m}{\rho_0} \left( \frac{t_{100} - \beta t_0}{t_{100} - t_0} \right)$$

$$k = \frac{m(\rho - 1)}{(t_{100} - t_0)\rho_0}$$

$$\frac{0,04 \cdot 0,12}{100 \cdot 0,8} t + \frac{0,04}{0,8}$$

$$b = \frac{m}{\rho_0} - \frac{m(\rho - 1)t_0}{(t_{100} - t_0)\rho_0} = \frac{m(t_{100} - t_0) - m(\rho - 1)t_0}{(t_{100} - t_0)\rho_0}$$

$$\frac{4 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 8 \cdot 10} + \frac{0,04 \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 10^{-1}}$$

$$m \frac{(t_{100} - t_0) - (\rho - 1)t_0}{(t_{100} - t_0)\rho_0} = \frac{t_{100} - \rho t_0}{(t_{100} - t_0)\rho_0}$$