



Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 09-02

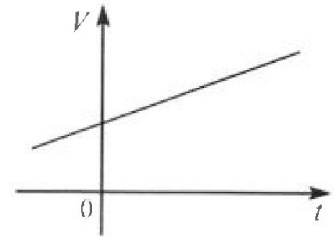
В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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/см³. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

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



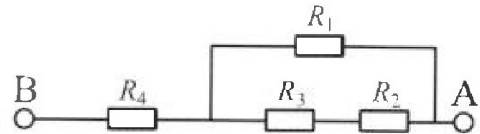
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50^\circ\text{C}$.

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 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 $R_1 = 1,2r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 4r$, $R_4 = r$, здесь $r = 5$ Ом.

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

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





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.

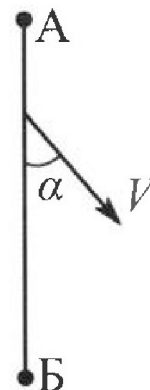
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

Допустим, что в течение всего времени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 15$ м/с под углом α 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 α 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/с².

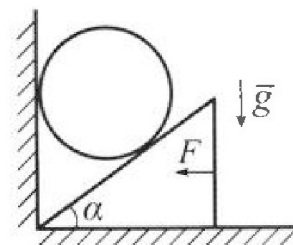
1. Найдите продолжительность T полета от старта до подъема на максимальную высоту.

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 α 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/с².

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



1. Найдите угол α , 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 α сила N_1 максимальная по величине?

5. Найдите максимальную величину N_{MAX} этой силы.



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!

$$V_{AB} = 0 = V \cdot \sin \alpha - u \cdot \sin \beta \quad V \sin \alpha = u \sin \beta$$

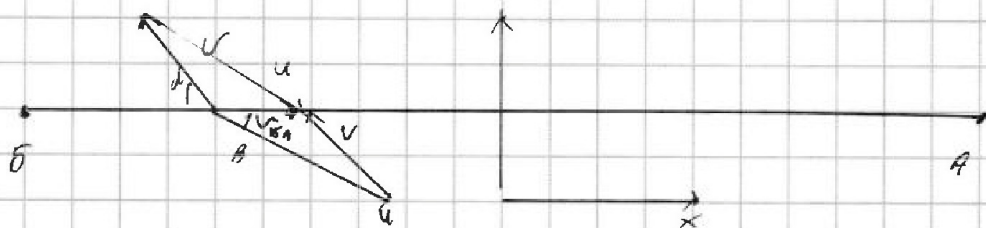
$$\sin \beta = \frac{V \sin \alpha}{u} = \frac{15\%}{20\%} \cdot 0,8 = \frac{3}{4} \cdot \frac{8}{10} = \frac{6}{10} = 0,6 \quad \sin \beta = \frac{3}{4} \sin \alpha$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 0,8 \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{9}{16} \sin^2 \alpha}$$

$$V_{AB} = \cos \alpha \cdot V + \cos \beta \cdot u = 0,6 \cdot 15\% + 0,8 \cdot 20\% = 9\% + 16\% =$$

$$= 25\% \quad V_{AB} = \sqrt{V_{AB}^2 + V_{AB}^2} = V_{AB} = 25\%$$

На пути от B к A:



по оси y BcA составляющая также $V_{BA} = 0 = V \cdot \sin \alpha -$

$$u \cdot \sin \beta, \quad V \sin \alpha = u \sin \beta \quad \sin \beta = \frac{V}{u} \cdot \sin \alpha = 0,6$$

по оси x $V_{BA} = V_{AB} = V_x + V_x = u \cdot \cos \alpha - V \cdot \sin \beta \cos \beta$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = 0,6 \quad \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = 0,8$$

$$V_{BA} = 0,8 \cdot 20\% - 0,6 \cdot 15\% = 7\%$$

$$T_1 = \frac{S}{V_{AB}} = \frac{2000M}{25\%} = 800$$

$$T_{AB} = \frac{S}{V_{AB}} \quad V_{AB} = V \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta \quad V_{BA} = u \cdot \cos \beta - V \cdot \cos \alpha$$

$$T = \frac{S}{V_{AB}} + \frac{S}{V_{BA}} = \frac{S}{V \cdot \cos \alpha + u \cdot \cos \beta} + \frac{S}{u \cdot \cos \beta - V \cdot \cos \alpha} = \frac{S \cdot u \cdot \cos \beta + S \cdot u \cdot \cos \beta + S V \cdot \cos \alpha}{u^2 \cos^2 \beta - V^2 \cos^2 \alpha}$$



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!

$$\gamma C = T_n \cdot V_{ox} \quad \text{Так как } V_{ox} = V_{n1} = 5 \frac{m}{c} - \text{не меняется}$$

$$l = T_n \cdot V_{ox} = 2c \cdot 5 \frac{m}{c} = 10 \text{ м}$$

$$\text{Во время движения по окружности } \frac{V^2}{R} = a_{xc} \quad \text{или} \quad \frac{V^2}{a_{xc}} = R$$

$$\text{В самой верхней точке } V = V_{ox} \quad - \quad a_{xc} = g$$

$$R = \frac{V_{ox}^2}{g} = \frac{25 \frac{m^2}{c^2}}{10 \frac{m}{c^2}} = 2,5 \text{ м}$$



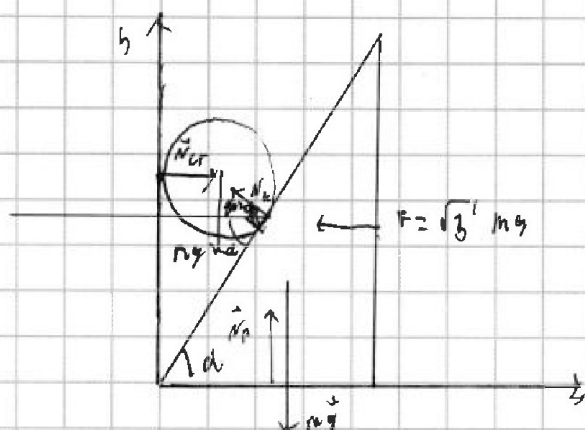
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

СТРАНИЦА
1 из 3

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

Начертка схема для пункта 1



на шар по ОХ: $\vec{N}_K + \vec{N}_K = 0$

на шар по ОY: $N_K \cdot \sin 90^\circ - \alpha = m \cdot g$, по ОХ: $N_K \cdot \cos 90^\circ - \alpha =$

$= N_{от}$, на шар по ОY: $N_K = m \cdot g + N_K \cdot \sin 90^\circ - \alpha = 2m \cdot g$

по ОХ: $N_K \cdot \cos 90^\circ - \alpha = F$, $N_K \cdot \sin \alpha = F$, $N_K \cdot \cos \alpha = m \cdot g$

$\frac{N_K \cdot \sin \alpha}{N_K \cdot \cos \alpha} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{F}{m \cdot g} = \sqrt{3} = \tan \alpha$, следовательно $\tan \alpha = \sqrt{3}$

то $\alpha = 60^\circ$

	0	30	45	60	90
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	∞

$N_{от} = F$, процесс разгона шарика

и $N_K = N_{от} = N_K \cdot \cos 90^\circ - \alpha = N_K \cdot \sin \alpha = F = \sqrt{3} m \cdot g$

$= m \cdot g \cdot \tan \alpha$

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.

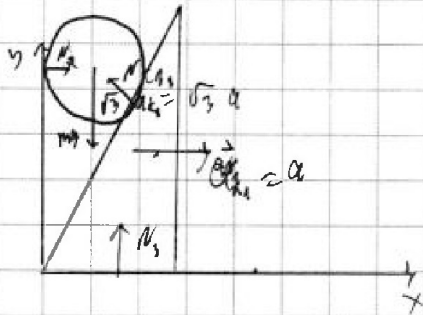


1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

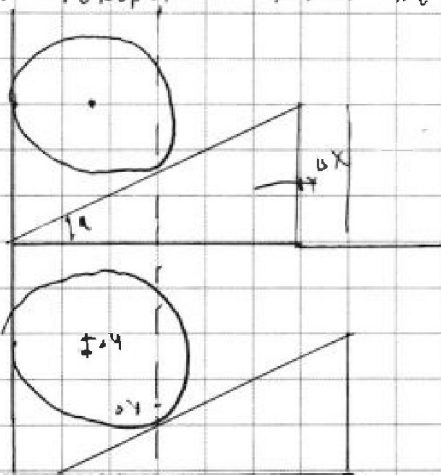
СТРАНИЦА
2 из 3

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!

когда сила F пропадет, тела начинают двигаться с ускорением. При этом ускорения тела и планка связаны



расстояние от стены до точки контакта планки и шара по оси x не меняется, и ускорение шара вниз будет равно ускорению точки на этой вертикали



$$\frac{dy}{dx} = \frac{a_{y1}}{a_{x1}} = \frac{dy}{dx} = \tan \alpha = \sqrt{3}$$

если рассмотреть малое перемещение

$$a_{y1} = \sqrt{3} a_{x1} \quad a_{x2} = a$$

$$\text{по } y: mg - N_{K1} \cdot \sin 90^\circ - \dots$$

$$= \sqrt{3} a \text{ по } \tan \alpha \quad \text{на кант: } N_2 = mg + N_{K1}$$

$$\text{по } OX: \text{ на шар: } N_1 = N_{K1} \cos 90^\circ - N_{K2} \sin \alpha$$

$$\text{на кант: } N_{K1} \sin \alpha = ma = N_1 \quad mg - N_{K2} \cos 90^\circ = a \tan \alpha$$

$$N_{K1} \sin \alpha \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = N_{K1} \cos \alpha \quad N_1 \cdot \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{mg}{\tan \alpha}$$

$$mg = ma \left(\tan \alpha + \frac{1}{\tan \alpha} \right) \quad a = \frac{mg}{\tan \alpha + \cot \alpha} = \frac{mg}{\frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} + \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}} = \frac{mg}{\frac{\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\sin \alpha \cos \alpha}} = \frac{mg \sin \alpha \cos \alpha}{1}$$



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
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!

$$\sim mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \sim ma \quad a = g \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha$$

$$N_1 = ma = mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha \quad \text{при } \alpha = 60^\circ \quad N_1 =$$

$$= mg \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{\sqrt{3}}{4} mg \quad \text{найдём максимум } N_1$$

$$N_1 \text{ максимален, при максимуме } \sin \alpha \cdot \cos \alpha:$$

$$= \sin \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \quad \sin \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \text{ максимален при}$$

$$\text{максимумом } (\sin \alpha \cdot \sqrt{1 - \sin^2 \alpha})^2 = \sin^2 \alpha \cdot (1 - \sin^2 \alpha) =$$

$$= \sin^2 \alpha - \sin^4 \alpha = (\sin^2 \alpha)^2 - (\sin^2 \alpha) \quad \text{рассмотрим}$$

$$\text{это как функцию от } \sin^2 \alpha$$

$$\sin^2 \alpha - (\sin^2 \alpha)^2 \text{ максимизируем эту функцию в точке}$$

$$\sin^2 \alpha = -\frac{b}{2a} \quad \text{где } b - \text{коэффициент при } x, a - \text{при } x^2$$

$$\sin^2 \alpha = x \quad \text{то } x - x^2 \quad x_0 = \frac{-b}{2a} = \frac{-1}{2 \cdot (-1)} = \frac{1}{2}$$

$$\sin^2 \alpha = \frac{1}{2} \quad \sin \alpha = \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \quad \alpha = 45^\circ$$

$$N_{\text{max}} = mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha = mg \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = mg$$

$$\text{Ответ: } 60^\circ; \frac{\sqrt{3}}{4} mg; 45^\circ; mg$$



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 7

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 $V(t) = \frac{m}{\rho} + k \cdot t + \beta$ — где k — угловой коэффициент,

β — смещение по оси V на графике. В момент когда

$t = 0^\circ$ $V = \beta$, значит β — начальная скорость V_0

$$V_0 = \frac{m}{\rho} \quad \text{при } t = t_0 \quad V_0 = \frac{m}{\rho} + k(t_0 - 0^\circ)$$

$$\text{при } t = t_{100} = 100^\circ \quad V_{t_{100}} = \frac{m}{\rho} \quad \frac{V_{t_{100}}}{V_0} = \beta = 1.12 = \frac{\frac{m}{\rho} + k \cdot 100^\circ \cdot t_{100}}{\frac{m}{\rho} + k \cdot 0^\circ}$$

$$t_0 = 0^\circ \quad \beta = \frac{\frac{m}{\rho} + k \cdot t_{100}}{\frac{m}{\rho}} \quad \beta - 1 = k \cdot t_{100} / \left(\frac{m}{\rho} \right) \quad k = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \cdot \frac{m}{\rho} \quad \frac{\beta - 1}{t_{100}} = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \cdot \frac{m}{\rho}$$

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

$$k = \frac{(\beta - 1)}{t_{100} - \beta \cdot t_0} \cdot \frac{m}{\rho} = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \cdot \frac{m}{\rho} \quad \text{Так как } t_0 = 0^\circ$$

$$\text{Получаем } V(t) = V_0 + t \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} \cdot V_0 = \frac{m}{\rho} + t \cdot \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0}$$

$$\text{при } t = 0 \quad V_0 = \frac{m}{\rho} = \frac{0.04 \text{ г}}{0.8 \text{ г/см}^3} = \frac{1}{20} \text{ см}^3 = 0.05 \text{ см}^3$$

$$V_{100} = V_0 \cdot \beta = 1.12 V_0 = 0.056 \text{ см}^3 \quad \Delta V = V_{100} - V_0 = 0.056 \text{ см}^3 - 0.05 \text{ см}^3$$

$$= 0.006 \text{ см}^3 = 6 \cdot 10^{-3} \text{ см}^3 = 6 \text{ мм}^3 = S \cdot L \quad S = \frac{\Delta V}{L}$$

$$= \frac{6 \text{ мм}^3}{100 \text{ мм}} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ мм}^2 = 0.06 \text{ мм}^2 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^2 = 0.0006 \text{ см}^2$$

$$|\Delta V| = V_{t_1} - V_{t_2} = V(t_1) - V(t_2) = \frac{m}{\rho} + \frac{m}{\rho} \cdot t_1 \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} - \frac{m}{\rho} - \frac{m}{\rho} \cdot t_2 \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} =$$

$$= (t_1 - t_2) \cdot \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} = 10^\circ \cdot 0.05 \text{ см}^3 \cdot \frac{0.12}{100^\circ} = 0.05 \cdot 0.012 \text{ см}^3 =$$

$$= 0.0006 \text{ см}^3 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 = 0.6 \text{ мм}^3$$

$$\text{Ответ: } V(t) = \frac{m}{\rho} + \frac{m}{\rho} \cdot \frac{\beta - 1}{t_{100} - \beta t_0} \cdot t : |\Delta V| = 0.6 \text{ мм}^3, \quad S = 0.06 \text{ мм}^2$$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
1 из 1

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

Мощность ЭКВ в цепи равна сумме мощностей в каждой ветви цепи
или в место сопротивления равно! $P = I \cdot U$

$$U = I \cdot R \quad P = I^2 \cdot R \quad R_1 = 2r = 10 \Omega, \quad R_2 = 4r = 20 \Omega$$

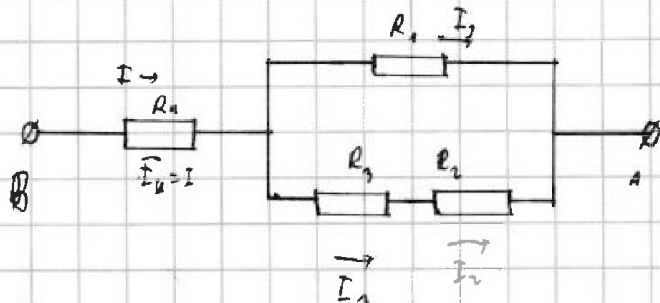
Найдем $R_{\text{ЭКВ}}$ $R_{23} = R_2 + R_3 = 2r + 4r = 6r = 30 \Omega$

$$R_{123} = \frac{R_1 \cdot R_{23}}{R_1 + R_{23}} = \frac{10r \cdot 6r}{10r + 6r} = \frac{60r^2}{16r} = 3.75r = r \quad R_{\text{ЭКВ}} = r = 5 \Omega$$

$$R_{\text{ЭКВ}} = R_{123} = R_{\text{ЭКВ}} = R_1 + R_{123} = r + r = 2r = 10 \Omega \quad R_1 = 10 \Omega = 6 \Omega$$

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

Проведем эти сопротивления все ток в цепи и между



P_1 - выделяется мощность сопротивления номер 1

$$P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = I^2 \cdot r = 16 \text{ А}^2 \cdot 5 \Omega = 80 \text{ Вт} \quad I_1 = I_2 = I_{23}$$

$$U_2 + U_3 = U_1 = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 + I_2 \cdot R_3 = I_{23} \cdot 6r = I_1 \cdot 2.2r \quad \text{?}$$

$$I_1 = 5 I_{23} \quad I_{23} = \frac{I_1}{5} \quad I_{23} + I_1 = I = 6 I_{23} \quad I_{23} = \frac{I}{6} = \frac{4}{6} \text{ А} = \frac{2}{3} \text{ А}$$

$$I_1 = 5 I_{23} = \frac{5}{6} I = \frac{10}{3} \text{ А} \quad P_1 = I_1^2 \cdot R_1 = \left(\frac{10}{3}\right)^2 \cdot 5 \Omega = \frac{500}{9} \text{ Вт} = \frac{600}{9} \text{ Вт}$$

$$P_2 = I_2^2 \cdot R_2 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot 20 \Omega = \frac{80}{9} \text{ Вт} \quad P_3 = I_3^2 \cdot R_3 = \left(\frac{2}{3}\right)^2 \cdot 10 \Omega = \frac{40}{9} \text{ Вт}$$

$$P_1 + P_2 + P_3 = 160 \text{ Вт} \quad \text{где } P_1 - \text{самая большая} \quad \text{Отсюда } R_1 = 10 \Omega, P = 160 \text{ Вт}, 2r = 10 \Omega$$



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!

3а время движения по маршруту $A \rightarrow B \rightarrow A$ не зависит

прокачит за расстояние AB $L = 2S = 2 \cdot 2 \text{ км} = 4 \text{ км}$ в безветренную

погоду скорость самолета постоянна и направлена к прилету

Назначив, из-за этого $U \cdot T_0 = L$ и $U = \frac{L}{T_0} = \frac{4 \text{ км}}{200 \text{ с}} = \frac{4000 \text{ м}}{200 \text{ с}} =$

$= 20 \text{ м/с}$ $U = 20 \text{ м/с}$

Если самолет всегда летит по прямой, то угол

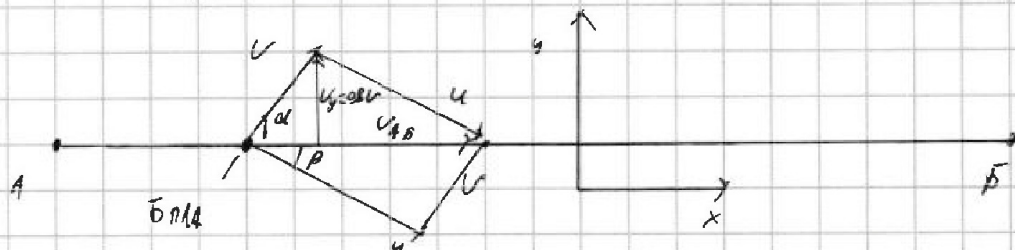
между направлением полета и прямой AB

скорость самолета всегда постоянна всегда направлена

вдоль прямой AB при полете от A до B и наоборот.

БА - при полете от B к A значит рассмотрим как

летит план и пути от A к B и наоборот при ветре



$$\vec{U}_{AB} = \vec{V} + \vec{U}$$

Направим ось x по оси AB , ось y

U и y перпендикулярны оси AB так как x направлена

вдоль $U_{AB} = U_x + V_x = V \cdot \cos \alpha + U \cdot \cos \alpha$

$\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$ так как $\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$ $\cos \alpha = 0.6$



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!

$$T = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \theta}{u^2 \cdot \cos^2 \theta - V^2 \cdot \cos^2 \alpha} = \frac{2S \cdot u \cdot \cos \theta}{u^2 \cdot (1 - \frac{9}{16} \sin^2 \alpha) - V^2 \cdot (1 - \sin^2 \alpha)}$$

$$= \frac{u^2 \cdot 2S \cdot u \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{16} \sin^2 \alpha}}{u^2 - \frac{9}{16} u^4 \cdot \sin^2 \alpha - V^2 + V^2 \sin^2 \alpha} = \frac{2 \cdot 2000 \text{ м} \cdot 20 \text{ м/с} \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{16} \sin^2 \alpha}}{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} - 225 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \sin^2 \alpha - 225 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} + 225 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \sin^2 \alpha}$$

$$= \frac{80000 \text{ с}}{175} \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{16} \sin^2 \alpha} \quad \text{— минимальное при минимальном}$$

$$\sqrt{1 - \frac{9}{16} \sin^2 \alpha} \quad \text{— а оно минимально при } \sin^2 \alpha = 1 \text{ и } \sin \alpha = 1$$

$$\sin \alpha = 1 \text{ при } \alpha = 90^\circ \quad T_{\min} = \frac{80000}{175} \text{ с} \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{16}} =$$

$$= \frac{3200}{7} \text{ с} \cdot \sqrt{\frac{7}{16}} = \frac{\sqrt{7}}{4} = \frac{\sqrt{7}}{4} \cdot \frac{3200}{4} \text{ с} = 800 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} \text{ с} = \frac{800}{\sqrt{7}} \text{ с}$$

ОТВЕТ: $u = 20 \text{ м/с}$ $T_1 = 80 \text{ с}$ при $\alpha = 90^\circ$, $T_{\min} = 800 \cdot \frac{\sqrt{7}}{4} \text{ с}$



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 ☐

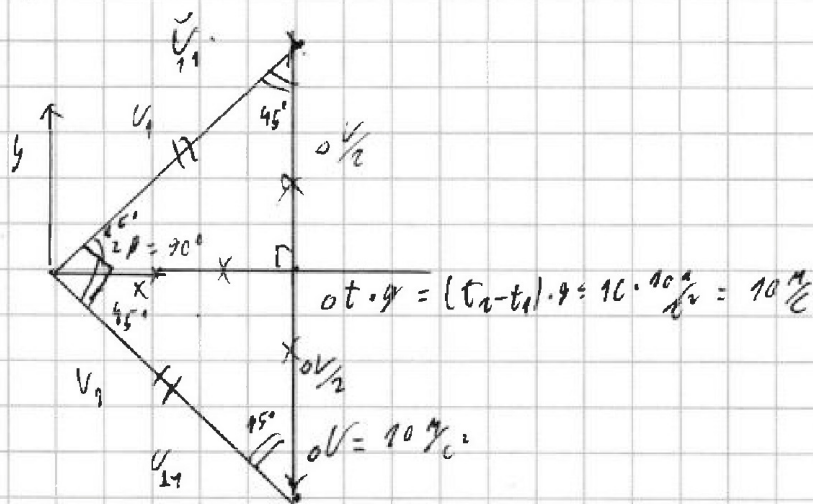
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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!

Скорость под действием ускорения свободного падения может менять только горизонтальную составляющую.

Пусть модуль скорости в моменты t_1 и t_2 - будет

V_1 , тогда



найдем V_1 по теореме Пифагора: $V_1^2 + V_2^2 = 0V^2$

$$2V_1^2 = 0V^2 \quad V_1 = 0V \cdot \sqrt{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} 0V = 5\sqrt{2} \text{ м/с} \quad \text{по оси } x$$

$$V_{1x} = V_1 \cdot \sin 45^\circ = 0V \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{0V}{2} = 5 \text{ м/с}$$

$$V_{1y} = V_1 \cdot \cos 45^\circ = 5 \text{ м/с} = V_{0y} + g t_1 \quad V_{2y} = V_1 + g t_2 =$$

$$= 10 \text{ м/с} \quad t = \frac{V_{2y}}{g} = 1 \text{ с} \quad \text{Так как } t_{\text{по}} \text{ достигла максимальной}$$

точки когда вертикальная составляющая скорости становится

равна нулю. Пусть T_1 - полное время полета, тогда

$$y_{11} = V_{0y} \cdot T_1 - \frac{g T_1^2}{2} = h_0 = 0 \quad V_{0y} = \frac{g T_1}{2} \quad T_1 = \frac{2V_{0y}}{g} = 2T = 2 \text{ с}$$



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!

$$\frac{9}{16} = \frac{9}{16} \cdot 400 = \frac{9}{4} \cdot \frac{400}{4} = \frac{900}{4} = \frac{225}{1} = 225$$

$$\begin{array}{r} 17 \\ - 15 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\frac{40000}{80000}$$

$$\frac{80000}{175} = \frac{16000}{35} = \frac{3200}{7}$$

$$\frac{17}{4}$$

$$\frac{3200}{\sqrt{16}}$$

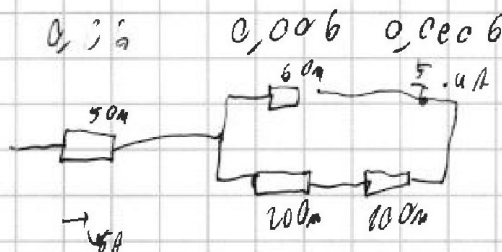
$$U \cdot t \cdot d = L \cdot b$$

$$U \cdot d = u = \frac{L}{r_c}$$

$$\frac{17}{4}$$

$$\frac{17}{4}$$

$$5 \cdot 1,12 = 5,56$$



$$I^2 \cdot R$$

$$5 \cdot 96 + 6 \cdot 16 \cdot \frac{25}{36} + 20 \cdot \frac{1}{36} \cdot 16 \cdot 10 \cdot \frac{1}{36} \cdot 10 \cdot 10$$

$$= 80 + \frac{1600}{36} + \frac{1600}{36} = 80 + \frac{1600}{18} + \frac{1600}{18} =$$

$$= 80 + \frac{3200}{18} = 80 + 177,78 = 257,78$$

$$10 \cdot 16 = 160$$

$$\frac{3200}{18}$$

$$\frac{400}{36} = \frac{80}{9}$$

$$\frac{160}{9}$$

$$\frac{400}{9} + \frac{1600}{9} = \frac{200}{9} + \frac{2400}{9}$$

$$\frac{36}{100}$$

$$720$$

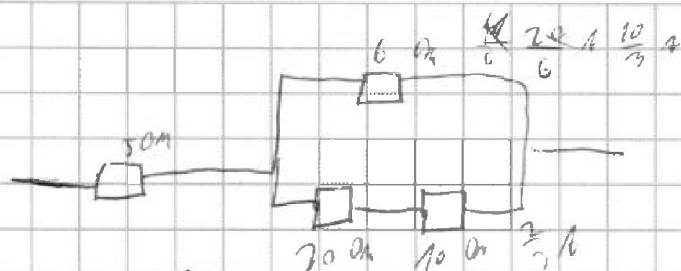


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

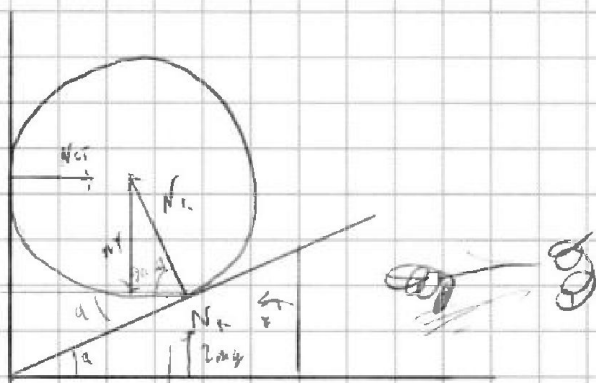
СТРАНИЦА
2 ИЗ 2

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!



$$u = IR \quad P = I^2 R$$

$$\frac{100}{9} = 6 + 30 \cdot \frac{4}{9} = \frac{600}{9} + \frac{120}{9} = \frac{720}{9} = 80$$



$$N_2 \cdot \sin(30 - \alpha) = mg$$

$$N_2 \cdot \cos(30 - \alpha) = \sqrt{3} mg$$

$$N_2 \cdot \cos \alpha = mg$$

$$N_2 \cdot \sin \alpha = \sqrt{3} mg$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \frac{\sqrt{3}}{1} = \tan \alpha \quad \alpha = 60^\circ$$

	0	30	45	60	90
sin	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
tan	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	0