



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.



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

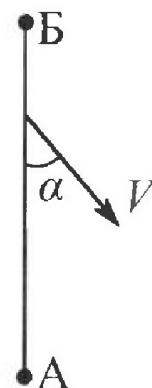
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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

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

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

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



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

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

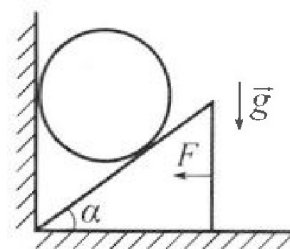
2. Найдите максимальную высоту H полета.

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

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

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

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



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

3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.

4. При каком значении угла α ускорение клина максимальное?

5. Найдите максимальное ускорение a_{MAX} клина.

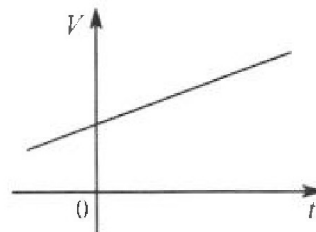
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби
и радикалы.

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

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

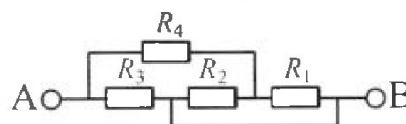


1. Следуя представленным опытными данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: m , ρ , β , t_0 , t_{100} , t .
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35^\circ\text{C}$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

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

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

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



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



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

1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА

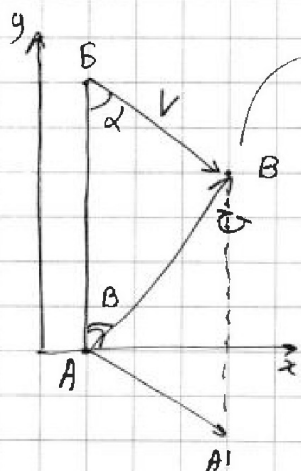
1 из 2

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

Задача 1

$$1. \quad \sigma = \frac{S}{T_0} = \frac{9600}{400} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Перейдем в СО связанную с воздухом (ветром). Тогда Аппарат движется со скоростью σ , а точки А и Б со скоростью V



Встреча / közös pont.

$$\text{Встреча на } ox: V \cdot \sin \alpha = \sigma \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{V}{\sigma} \sin \alpha = \frac{2}{3} \sin \alpha$$

$$\text{на } oy: S = (V \cos \alpha + \sigma \cos \beta) T_1$$

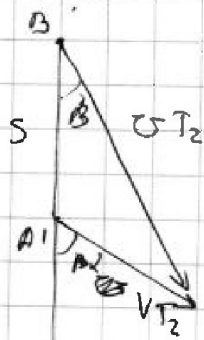
$$T_1 = \frac{S}{V \cos \alpha + \sigma \cos \beta} = \frac{S}{V \cos \alpha + \sigma}$$

$$= \frac{S}{V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sigma \sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha}} =$$

$$= \frac{9600}{16 \sqrt{1 - 0,36} + 24 \sqrt{1 - 0,16}} = \frac{9600}{13,8 + 24 \frac{\sqrt{21}}{5}} \approx 300 \text{ с}$$

Аналогично случаю выше рассмотрим сближение аппарата и т.А после прохождения т.Б

т.А сместилась так же как т.Б



$$ox: \sigma \sin \beta = V \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{\sigma}{V} \sin \alpha$$

$$oy: \sigma T_2 \cos \beta = V T_2 \cos \alpha + S$$

$$T_2 = \frac{S}{\sigma \cos \beta - V \cos \alpha} = \frac{S}{\sigma \sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$$

Общее время сближения $A \rightarrow B \rightarrow A$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{S}{V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} + \sigma \sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha}} + \frac{S}{\sigma \sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}} =$$



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!

$$= S \frac{2\sigma \sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha}}{(\sigma^2 - v^2) + \sin^2(\alpha) / \left(v^2 - \frac{4}{9} \sigma^2 \right)} = \frac{2\sigma \tau}{\sigma^2 - v^2} \sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha}$$

Максимальное T при $\sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha} = \max$

$\sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha} \leq 1$, т.к. $\sqrt{\dots} \geq 0$ выражение под корнем ≥ 0

$\sqrt{1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha} \leq 1$ $\Rightarrow 1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha = \max$

$1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha$

$\sin^2 \alpha \leq \frac{9}{4}$

$\sin \alpha \leq \frac{3}{2}$

$\Rightarrow \frac{4}{9} \sin^2 \alpha = 0 = \min$

$\Rightarrow$

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

4. Если $\alpha = 0^\circ$

$\Rightarrow$

то $T_{\max} = \frac{2\sigma\tau}{\sigma^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 3600 \cdot 24}{24^2 - 16^2} = \frac{2 \cdot 3600 \cdot 24}{320} = 1440 \text{ с}$

Ответ:

1. $\sigma = 24 \text{ м/с}$
2. $T_1 = 300 \text{ с}$
3. $\alpha = 0^\circ$
4. $T_{\max} = 1440 \text{ с}$



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
☐

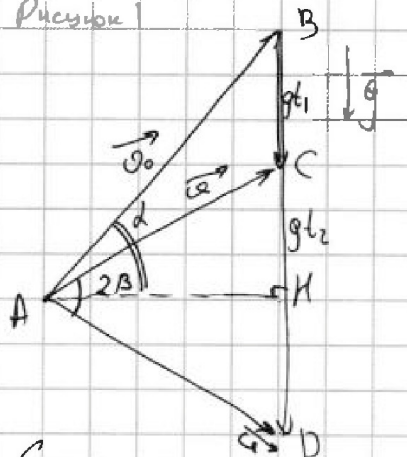
СТРАНИЦА
1 из 2

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!

ЗАДАЧА 2

РАССМОТРИМ ДИАГРАММУ ВЕКТОРОВ СКОРОСТЕЙ МЯЧА

Рисунок



Сопротивление воздуха отсутствует

$$t_n = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

где α - начальный угол, направление вектора $\vec{v}_0$

Обозначения:

$\vec{v}_0$ - начальная скорость мяча.

$\vec{v}$ - скорость мяча в момент времени t_1 и t_2

1. Продолжительность полета T - время сумма времени подъема до максимальной точки и аналогичного времени спуска, которые в условиях отсутствия сопротивления воздуха равны.

$$T = 2 \cdot t_n - \text{время подъема.}$$

За время подъема мяч теряет всю вертикальную составляющую скорости, т.е.

$$t_n = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

где α - начальный угол, направление вектора $\vec{v}_0$

На рисунке AI - проекция высоты, она $\perp BD$ (вертикали) $\Rightarrow$ является горизонтальной.

$$\text{Заметим, что из } \triangle ABI \quad v_0 \sin \alpha = BI = \frac{t_2 + t_1}{2} g$$

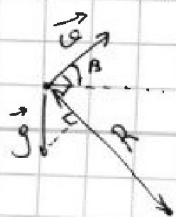
$$\Rightarrow t_n = \frac{t_2 + t_1}{2} = 1,5 \text{ с}$$

$$\Rightarrow T = 2 t_n = t_2 + t_1 = 3 \text{ с}$$

2. Максимальная высота полета - перемещение по вертикали за t_n .

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t_n - \frac{g t_n^2}{2} = \frac{t_1 + t_2}{2} \cdot \frac{t_1 + t_2}{2} g - \frac{g (t_1 + t_2)^2}{2 \cdot 4} = \frac{g (t_1 + t_2)^2}{8} = \frac{10 (1 + 3)^2}{8} = \frac{10 \cdot 9}{8} = \frac{90}{8} = 11 \frac{1}{4} = 11,25 \text{ м.}$$

3.



В момент времени t_1 $\vec{v} \perp R$

R - радиус кривизны траектории

Заметим, что по определению центростремительное ускорение в этот момент $a_{\text{цс}} = \frac{g^2}{R}$



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
☐

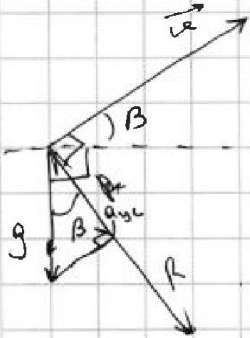
СТРАНИЦА
2 из 2

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!

Из рисунка 1. $AC = AD = \vec{v} \Rightarrow \triangle ACD - \text{равнобедренный} \Rightarrow$
 $AK - \text{высота} \text{ и } \text{биссектриса} / \text{медиана}$

$\Downarrow$

$\angle CAK = \beta \Rightarrow \text{направление скорости } v \text{ к горизонту}$
 в момент времени t_1 — угол β к горизонту.

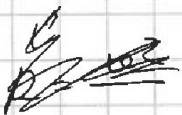


Единственное ускорение, которое имеет мяч — ускорение $g \Rightarrow a_{\text{ук}}$ — это проекция g на R .

$v \perp R$, горизонт $\perp g \Rightarrow$ угол между v и горизонтом $\Rightarrow$ углу между R и g

$\Downarrow$

$$a_{\text{ук}} = g \cdot \cos \beta = g \cdot \cos 60^\circ = \frac{1}{2}g$$



Из рисунка 1 $AC = AD = \vec{v} \Rightarrow \triangle ACD - \text{равносторонний}$
 $\angle CAD = 60^\circ$

$\Downarrow$

$$AC = CD$$

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

$\Downarrow$

$$R = \frac{v^2}{a_{\text{ук}}} = \frac{g^2(t_2 - t_1)^2}{\frac{1}{2}g} = 2g(t_2 - t_1)^2 = 2 \cdot 10(2 - 1)^2 = 20 \text{ м.}$$

Ответ:

1. $T = 3 \text{ с}$

2. $H = 11,25 \text{ м}$

3. $R = 20 \text{ м.}$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

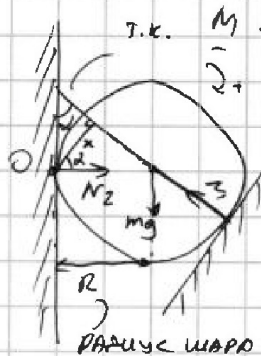
СТРАНИЦА
1 из 1

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!

ЗАДАЧА 3

1. РАССМОТРИМ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА ШАР

т.к. $N_1 \perp$ поверхности клина



т.к. $N_1 \perp$ поверхности клина

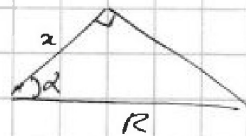
И так как шар в равновесии $\sum F = 0$

Отсюда

$$mg \cdot R - N_1 \cdot x = 0$$

$$N_1 = \frac{mgR}{x}$$

$$x = R \cdot \cos \alpha$$



N_1 и N_2 — две силы реакции опоры

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

РАССМОТРИМ СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА КЛИН

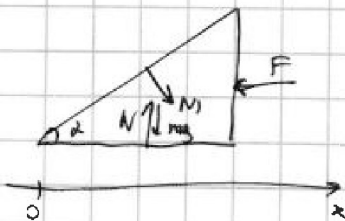
И так как шар в равновесии $\sum F = 0$

$$\text{по } x: N_1 \cdot \sin \alpha - F = 0$$

$$F = N_1 \sin \alpha$$

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

$$= \tan 30^\circ \cdot 1 \cdot 10 \approx \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 5,67 \text{ Н}$$



2. Т.к. нет силы трения, когда убирают F шар начинает падать с ускорением g без начальной скорости $\Rightarrow H = \frac{gt^2}{2}$, где t — время падения. $\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{16}{10}} = \frac{4}{\sqrt{10}} \approx 1,26 \text{ с}$

Скорость шара в момент соударения $v = gt = 4 \text{ м/с}$

До первой остановки шар падает на $\frac{H}{2}$, потеряв всю скорость и опускается на $\frac{H}{2} \Rightarrow t_1 = 2 \cdot \frac{v}{g}$

$$h = 2 \cdot \left(v \cdot t_1 - \frac{gt_1^2}{2} \right) = 2 \cdot \left(\frac{v^2}{g} - \frac{v^2}{2g} \right) = \frac{v^2}{g} = \frac{4^2}{10} = 1,6 \text{ м.}$$

3. Сразу после того, как убирают силу F у клина появится ускорение по оси OX (на ось OY всегда будут скомпенсированы силой реакции), т.к. не будет скомпенсирована N_1 на ось $Ox \Rightarrow$

$$a \cdot m = N_1 \cdot \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{N_1}{m} \sin \alpha = g \cdot \tan \alpha = g \cdot \tan 30^\circ = \frac{10\sqrt{3}}{3} \approx 5,67 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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
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!

Задача 4

1. Линейный закон роста объема : ~~$V(t) = V_0 + \alpha(t - t_0)$~~
 $V(t) = V_0 + \alpha t$

V_0 - объем m ртути при t_0

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

При $t = t_{100}$

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

↓

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

$$\begin{aligned} 2 \Delta V &= V(t_2) - V(t_1) = \alpha(t_2 - t_1) = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \cdot \frac{m}{\rho} \cdot (t_2 - t_1) = \\ &= \frac{18^g}{1000} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{2 \cdot 10}{18^{g/8834}} \cdot 7 \approx 2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 = 0,2 \text{ мм}^3 \end{aligned}$$

3. При повышении температуры от 35°C до 42°C ртуть расширяется на ΔV , а столбик ртути поднимается на 4

$$\Delta V = 4 \cdot S \Rightarrow S = \frac{\Delta V}{4} = \frac{0,2}{50} = 0,004 \text{ мм}^2$$

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

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

3. $S = \frac{\Delta V}{4} = 0,004 \text{ мм}^2$



1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

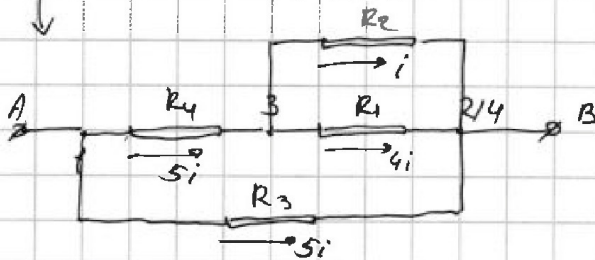
СТРАНИЦА
1 из 2

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

Задача 5



Перерисуем схему



Пронумеруем узлы.

Узлы 2 и 4 соединены идеальным проводом $\Rightarrow$ имеют одинаковые потенциалы $\Rightarrow$ можно замкнуть их как один узел 2/4.

* Резисторы R_1 и R_2 соединены параллельно $\Rightarrow$ эквивалентное сопротивление $R_{3;2/4} = \frac{R_2 \cdot R_1}{R_1 + R_2} = \frac{20 \cdot 5}{5 + 20} = \frac{20 \cdot 5}{25} = 4 \text{ Ом}$

Резистор R_4 и эквивалентное сопротивление $R_{3;2/4}$ соединены последовательно $\Rightarrow$ их эквивалентное сопротивление равно

$$R_{1;2/4} = R_4 + R_{3;2/4} = 6 + 4 = 10 \text{ Ом.}$$

Резистор R_3 и эквивалентное сопротивление $R_{1;2/4}$ соединены параллельно $\Rightarrow$ их эквивалентное сопротивление

$$R_{A;B} = \frac{R_{1;2/4} \cdot R_3}{R_{1;2/4} + R_3} = \frac{10 \cdot 10}{10 + 10} = \frac{100}{20} = 5 \text{ Ом}$$

Эквивалентное сопротивление цепи $R_{\text{экв}} = R_{A;B} = 5 \text{ Ом.}$

2. Мощность, рассеиваемая на ~~AB~~ на всей цепи

$$P = \frac{U^2}{R_{\text{экв}}} = \frac{10^2}{5} = 20 \text{ Вт}$$

3. Расставим токи в цепи. Пусть по R_2 течет ток i

* $U_1 = U_2 \Rightarrow i_1 \cdot R_1 = i \cdot R_2 \Rightarrow i_1 = \frac{R_2}{R_1} \cdot i = \frac{20}{5} i = 4i$

Закоу сохранения заряда для узла 3 $i_4 = i_1 + i_2 = i + 4i = 5i$

Обойдем контур от 1 до 2/4

2 способами:

$$U_4 + U_2 = U_3$$

$$5i \cdot R_4 + R_2 \cdot i = i_3 \cdot R_3 \Rightarrow i_3 = \frac{5R_4 + R_2}{R_3} \cdot i = \frac{5 \cdot 6 + 20}{10} i = 5i$$

Рассчитаем мощность, которая рассеивается на каждом резисторе

$$P_1 = i_1^2 \cdot R_1 = 16i^2 \cdot 5 = 80i^2$$

$$U_3 = U \Rightarrow 5i \cdot R_3 = U \Rightarrow i = \frac{U}{5R_3} = \frac{10}{5 \cdot 10} = 0,2 \text{ А}$$

Рассчитаем мощность, которая рассеивается на каждом резисторе

$$P_1 = i_1^2 \cdot R_1 = 16i^2 \cdot 5 = 16 \cdot 0,2^2 \cdot 5 = 3,2 \text{ Вт}$$



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
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!

$$P_2 = i_2^2 \cdot R_2 = i^2 \cdot R_2 = 0,2^2 \cdot 20 = 0,8 \text{ Вт}$$

$$P_3 = i_3^2 \cdot R_3 = 25 i_1^2 \cdot R_3 = 25 \cdot 0,2^2 \cdot 10 = 10 \text{ Вт}$$

$$P_4 = i_4^2 \cdot R_4 = 25 i_2^2 \cdot R_4 = 25 \cdot 0,2^2 \cdot 6 = 6 \text{ Вт}$$

$$P_{\min} = P_2 = 0,8 \text{ Вт}$$

- Ответ:
1. $R_{\text{экв}} = 5 \text{ Ом}$
 2. $P = 20 \text{ Вт}$
 3. $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$



1 ☒ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА
из

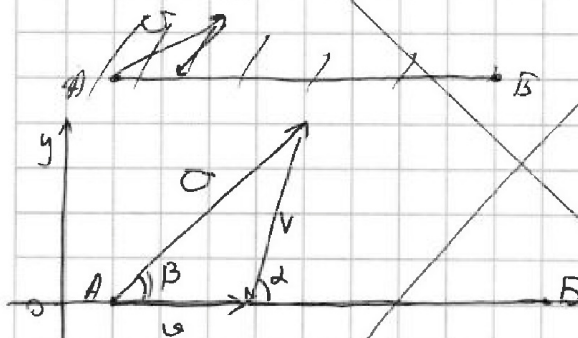
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1.

1. Аппарат движется прямолинейно $\Rightarrow U = \frac{S}{T_0}$

$$U = \frac{S}{T_0} = \frac{9,6 \text{ км}}{400} = \frac{9600 \text{ м}}{400} = 24 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Ветер сносит аппарат от прямой AB $\Rightarrow$ надо направить аппарат под таким углом к прямой AB, чтобы с учетом ветра аппарат все равно двигался по AB



Заметим что отклонению Oy и проекция точки аппарата на $Oy = 0 \Rightarrow$

За любой промежуток dt верно:

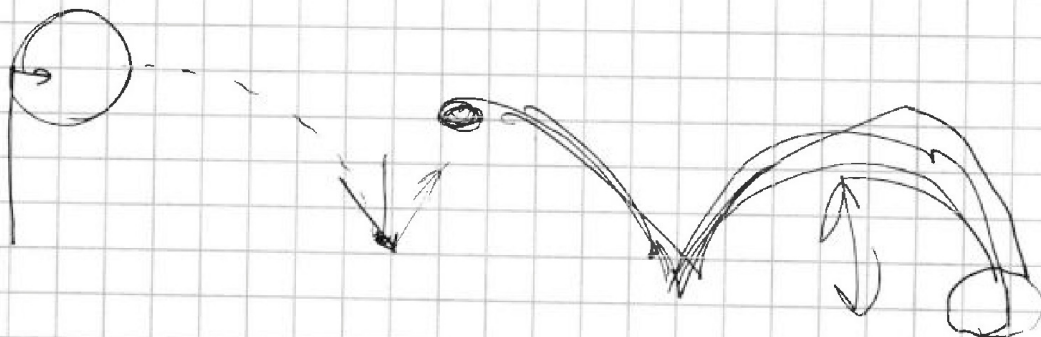
$$U \sin \beta = V \sin \alpha$$

$$\sin \beta = \frac{V}{U} \cdot \sin \alpha = \frac{16}{24} \cdot 0,6 = 0,4 = \frac{2}{5}$$

Перенесем скорость аппарата на Ox :

$$U = U \cdot \cos \beta - V \cos \alpha = U \sqrt{1 - \sin^2 \beta} - V \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = U \sqrt{1 - \frac{4}{25}} - V \sqrt{1 - \frac{39}{25}} = U \frac{\sqrt{21}}{5} - V \frac{4}{5}$$

$$T_1 = \frac{S}{U} = \frac{S}{U \frac{\sqrt{21}}{5} - V \frac{4}{5}} = \frac{5S}{U \sqrt{21} - V \cdot 4}$$





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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА
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!

$$2 \cdot 30 \cdot 24$$

$$324$$

$$60$$

$$\times 24$$

$$1440$$

$$1$$

$$24^2$$

$$\times 24$$

$$96$$

$$48$$

$$576$$

$$V = V_0 + a \cdot t$$

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

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

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

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

$$V^2 = V^2 \sin^2 \alpha - r$$

$$U^2 = \frac{4}{9} \sin^2 \alpha \cdot U^2 - V^2 + \sin^2 \alpha V$$

$$V \sin \alpha = U \sin \beta$$

$$24 \cdot \frac{16}{3} \cdot 0,6 = \sin \beta$$

$$\frac{2}{3} \cdot \frac{3}{5} = \frac{2}{5} = \sin \beta \sin \alpha (V^2 \cdot 40^2)$$

$$\frac{4}{25} \cdot \frac{\sqrt{21}}{5} \cos \beta$$

$$S = \left(\frac{\sqrt{21}}{5} U + \frac{4}{5} V \right) T_1$$

$$T_1 = \frac{5S}{\sqrt{21} \cdot U + 4V}$$

$$\begin{array}{r} 332 \\ \times 1644 \\ \hline 6 \\ \hline 3864 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 46 \\ \hline 24 \\ \hline 184 \\ \hline 92 \\ \hline 1004 \\ \hline 640 \\ \hline 1644 \end{array}$$

$$5 \cdot 9600$$

$$\frac{46}{10} \cdot 24 + 64 =$$

$$= \frac{5 \cdot 9600 \cdot 10}{1644}$$

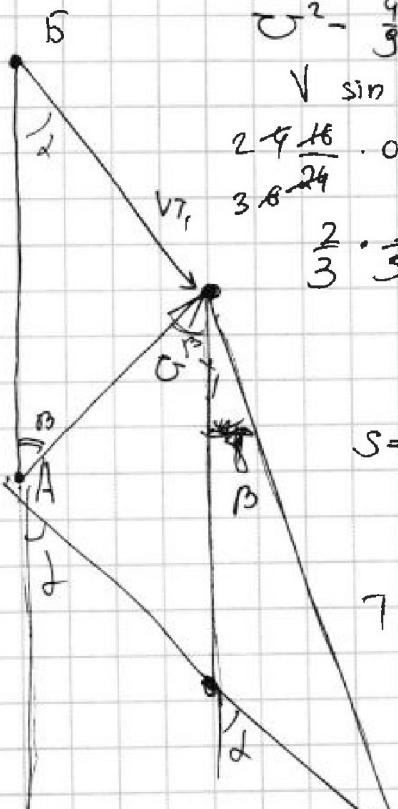
$$300$$

$$2 \cdot V \cdot \cos \alpha + U \cos \beta$$

$$S + VT_2 =$$

$$S + \frac{4}{5} VT_2 = U \cos \beta T_2$$

$$\frac{5S}{\sqrt{21} \cdot U + 4V} + \frac{5S}{\sqrt{21} U - 4V} = \frac{2\sqrt{21} U}{21U^2 - 16V^2} \cdot 5S$$



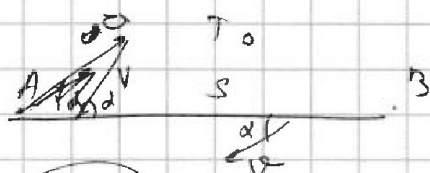


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$v = \frac{s}{t} = \frac{9,6}{400} = \frac{9600}{400} = \frac{56}{4} =$$

$$= 24 \text{ м/с}$$

$$9,5 \cdot 63$$

$$16 \cdot 0,6 = 24$$

$$V \sin \alpha = v \sin \beta$$

2

$$\sin \beta = \frac{16 \cdot 0,6}{24} = \frac{4 \cdot 16 \cdot 3}{24 \cdot 5} = 0,4$$

$$V = v_0 + at$$

$$\frac{2}{10 \cdot 50} = \frac{2}{500} = \frac{4}{1000} = \frac{4}{2}$$

$$v \cos \beta = V \cos \alpha = \sqrt{1 - \frac{4}{25}} = \frac{3}{5} \cdot V = V \cdot \sqrt{1 - \frac{9}{25}}$$

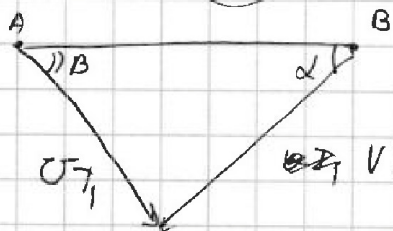
$$\frac{5}{18} = \frac{7}{126}$$

$$v \cdot \frac{\sqrt{21}}{5} = V \cdot \frac{4}{5}$$

$$9004$$

$$\lg$$

$$\frac{16^4}{24} \cdot \frac{8}{10}$$



$$\sin \beta = \frac{2}{5}$$

$$a = \frac{N_1 \sin \alpha}{m} =$$

$$v \cdot \frac{\sqrt{21}}{5} + V \cdot \frac{4}{5} = \frac{s}{t_1} = \lg d \cdot g$$

$$\frac{1,8}{1,8} = \frac{1,8}{1,8}$$

$$\frac{1,7}{1,7} = \frac{1,7}{1,7}$$

$$\frac{10\sqrt{3}}{3}$$

$$\approx 5,67$$

$$F = N_1 \sin \alpha$$

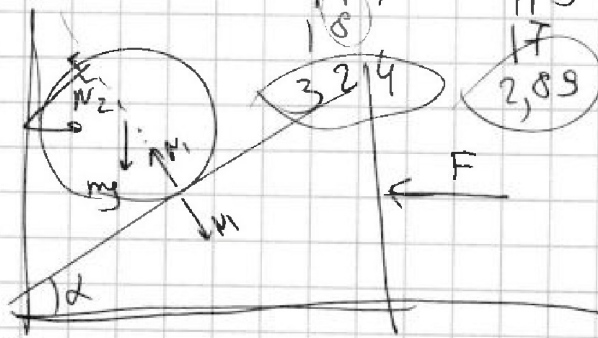
$$\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}$$

$$\lg d \cdot N_1$$

$$\frac{5}{3} = \frac{1}{3}$$

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

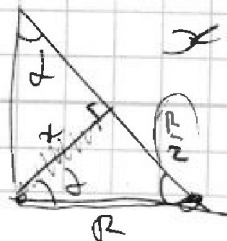
$$\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$$



$$\frac{2 \cdot 10\sqrt{3}}{3} = \frac{84}{255}$$

$$= \frac{4\sqrt{3}}{15}$$

$$x = R \cos \alpha$$



$$R \cdot mg = R \cos \alpha \cdot N_1$$

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



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.

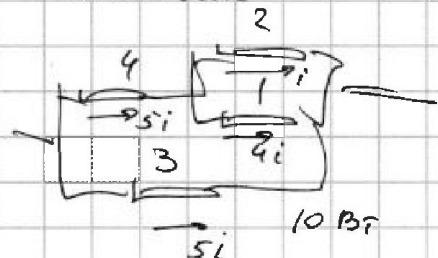
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

СТРАНИЦА
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!

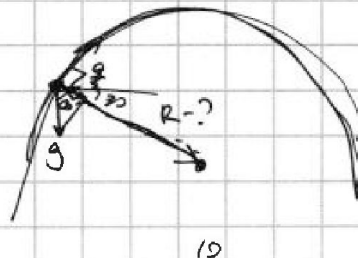
Черновик



$$30i = 10$$

$$i = \frac{p}{5} = 0,2$$

$$i^2 = 0,04$$



$$0,04 \cdot 20 + 4 \cdot 0,04 \cdot 5 + 5 \cdot 0,04 \cdot 6 + 5 \cdot 0,04 \cdot 10$$

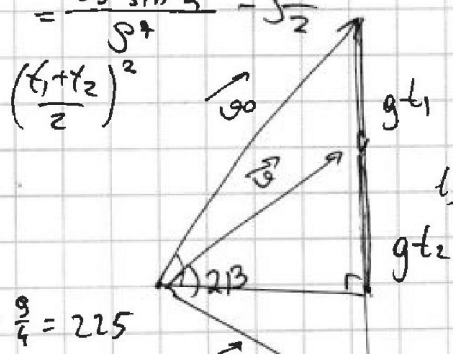
$$0,04 (20 + 20 + 30 + 50)$$

$$0,04 (20 + 16 \cdot 5 + 25 \cdot 6 + 25 \cdot 10) = \frac{4 \cdot 500}{100} = 20$$

$$w \cdot R = w$$

$$H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g t^2}{2}$$



$$100 \cdot \frac{g}{4} = 225$$

$$g \left(\frac{t_2 + t_1}{2} \right)^2 + (v \cos 30^\circ)^2 = v_0^2$$

$$T = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

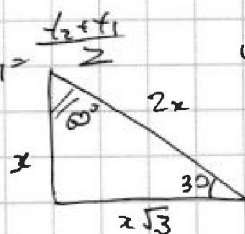
$$g(t_1 + t_2)$$

$$t_1 + t_2 = 3 \text{ c.}$$

$$g(t_2 - t_1)^2 = 2v^2 - 2v^2 \cos 2\alpha = \frac{v^2}{\cos^2 \alpha}$$

$$v = \sqrt{g(t_2 - t_1)} = 10 \text{ m/s}$$

$$\frac{u}{c^2} \cdot c^2$$



$$2 \cdot 2x \cdot 2$$

$$4x^2 + x^2 - 2x^2 \cos 60^\circ$$

$$5x^2 - x^2$$

$$\frac{g(4 + t_2)}{2} \cdot 1,5$$

$$10 \cdot \frac{25}{4} \cdot 3 = 75$$

$$300 \quad v_0 = 10\sqrt{3}$$

$$10 \cdot \frac{g}{4} - \frac{10 \cdot 3^2}{2} = \frac{10}{4} \cdot g - \frac{10}{2} \cdot \frac{3^2}{2^2} = \frac{10}{4} \cdot g - \frac{10}{8} \cdot g = 90 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{8} \right) = 90 \cdot \frac{1}{8} = 11,25$$

