



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.

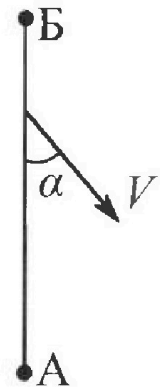
1. Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

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.

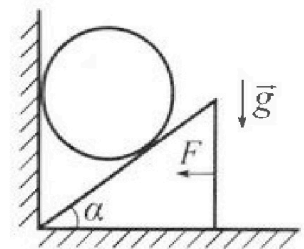
2. Найдите максимальную высоту H полета.

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.

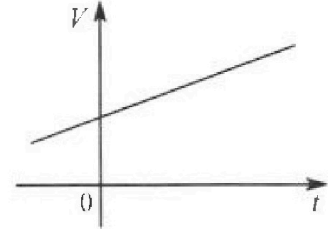
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2024

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.

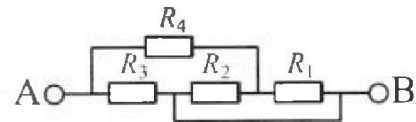
Экспериментально установлено, что с ростом температуры объем ртути увеличивается по линейному закону. График зависимости объема V ртути от температуры t , измеренной в градусах Цельсия, представлен на рисунке к задаче. При температуре $t_{100} = 100^\circ\text{C}$ объем ртути в $\beta = 1,018$ раза больше 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 A и B 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

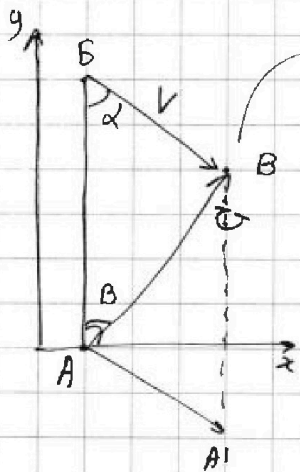
СТРАНИЦА
1 ИЗ 2

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 $\sigma = \frac{S}{T_0} = \frac{9600}{400} = 24 \frac{м}{с}$

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



встреча / косинус пути.

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

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

$S = (V \cos \alpha + \sigma \cos \beta) T_1$

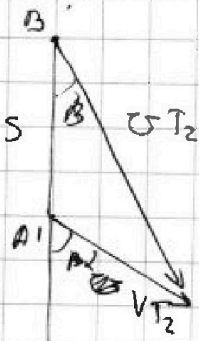
$T_1 = \frac{S}{V \cos \alpha + \sigma \cos \beta} = \frac{S}{V \cos \alpha + \sigma}$

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

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

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

т.А сместилась так же как т.Б



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

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

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

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

Общее время движения $A \rightarrow B \rightarrow A$

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



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!

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

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

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

$$\begin{aligned} 1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha &\leq 1 \\ \sin^2 \alpha &\leq \frac{9}{4} \\ \sin \alpha &\leq \frac{3}{2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max &\Rightarrow 1 - \frac{4}{9} \sin^2 \alpha = \max \\ \Leftrightarrow \frac{4}{9} \sin^2 \alpha &= 0 - \min \\ \Leftrightarrow \sin \alpha = 0 &\Rightarrow \alpha = 0^\circ \end{aligned}$$

4. Если $\alpha = 0^\circ$

$$T_0 \quad T_{\max} = \frac{2S\sigma}{\sigma^2 - v^2} = \frac{2 \cdot 9600 \cdot 24}{24^2 - 16^2} = \frac{2 \cdot 9600 \cdot 24}{320} = 1440 \text{ с}$$

Ответ:

1. $\sigma = 24 \text{ м/с}$
2. $T_0 = 300 \text{ с}$
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

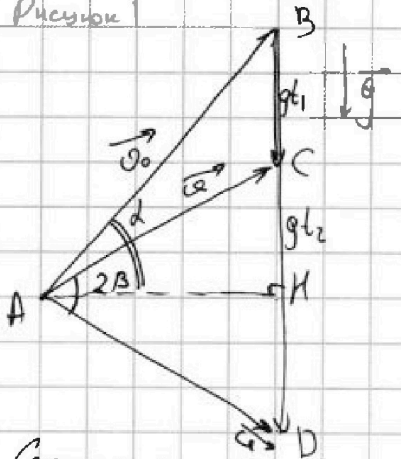
СТРАНИЦА
{ ИЗ 2

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 1



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 условии отсутствуют сопротивлении воздуха равны.

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

Сопротивление воздуха отсутствует

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 AH - проведенная высота, она $\perp BD$ (вертикали) \Rightarrow является горизонтальной.

Заметим, что из $\triangle ABH$ $v_0 \sin \alpha = BH = \frac{t_2 + t_1}{2} g$

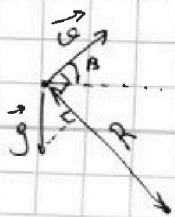
$$\Rightarrow t_n = \frac{t_2 + t_1}{2} = 1,5 \text{ с}$$

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

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

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

3.



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

R - радиус кривизны траектории

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



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.

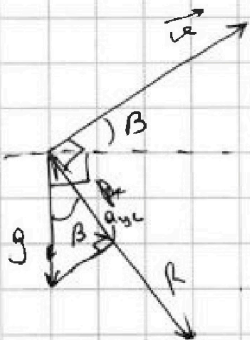
1 2 3 4 5 6 7

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

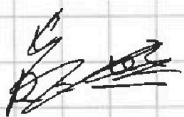
$\angle CAK = \beta \Rightarrow$ направление скорости \vec{v} к горизонту
 в момент времени t_1 - угол β к горизонту.



Единственное ускорение, которое имеет мяч - ускорение $g \Rightarrow a_{yc}$ - это проекция g на R .

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

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



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

$$AC = CD$$

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

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

Ответ:

1. $T = 3 \text{ с}$

2. $H = 11,25 \text{ м}$

3. $R = 20 \text{ м.}$



1 2 3 4 5 6 7

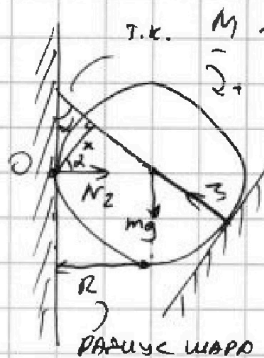
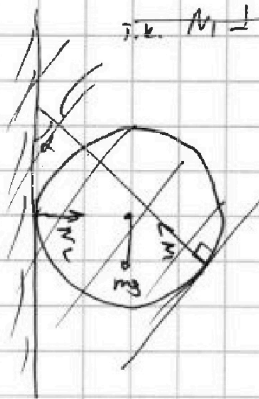
СТРАНИЦА
1 из 1

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

II закон равновесия $\sum M = 0$

Отсюда $\tau = 0$

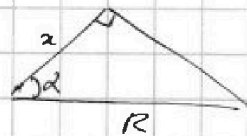
$$mg \cdot R - N_1 \cdot x = 0$$

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

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

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

I закон равновесия $\sum \vec{F} = 0$

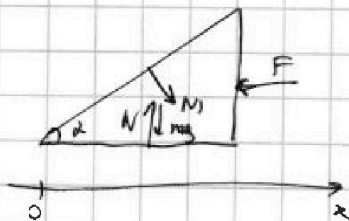
$$Ox: N_1 \cdot \sin \alpha - F = 0$$

$$F = N_1 \cdot \sin \alpha$$

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

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

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



2. Т.к. нет сил трения, когда убирают F шар начинает падать с ускорением g без начальной скорости $\Rightarrow v = g \frac{t^2}{2}$, где t — время падения. $\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2v}{g}} = \sqrt{\frac{16}{10}} = \frac{4}{\sqrt{10}} = 0,4 \text{ с}$

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 $\frac{h}{2} \Rightarrow t_1 = 2 \frac{v}{g}$

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

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

$$a \cdot m = N_1 \cdot \sin \alpha \Rightarrow a = \frac{N_1 \sin \alpha}{m} = g \cdot \operatorname{tg} \alpha = g \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{10\sqrt{3}}{3} \approx \frac{17}{3} \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$



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 $t = t_{100}$

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

↓

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

$$2 \Delta V = V(t_2) - V(t_1) = \alpha(t_2 - t_1) = \frac{\beta - 1}{t_{100}} \cdot \frac{m}{\rho} \cdot (t_2 - t_1) =$$
$$= \frac{18^9}{1000} \cdot \frac{1}{10^3} \cdot \frac{2 \cdot 10}{18^6 6834} \cdot 7 \approx 2 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3 = 0,2 \text{ мм}^3$$

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



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!

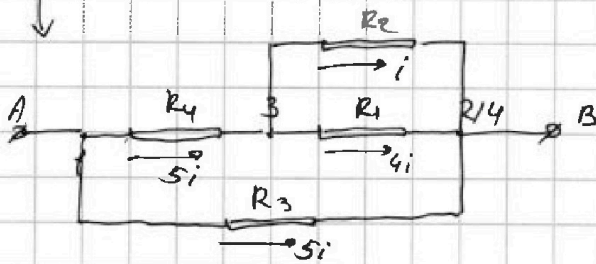
Задача 5



Пронумеруем узлы.

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

Перерисуем схему



* 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

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

($I^2 R$)

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

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

Этот ток сохраняется зарядом для узла 3 $i_4 = i_1 + i_2 = i + 4i = 5i$

Обойдем контур от $\uparrow 1$ до $\uparrow 2/4$

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

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

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

Рассчитаем мощность, которая рассеивается на каждом резисторе

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



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. $P_{\min} = 0,8 \text{ Вт}$



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 _

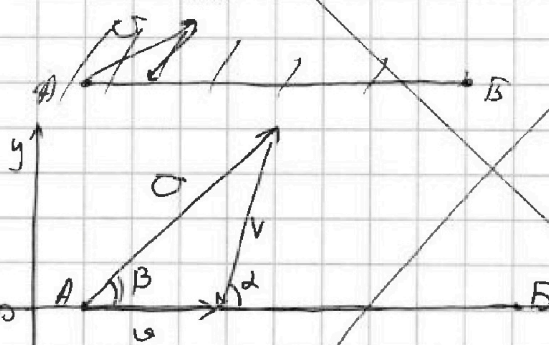
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно. Порча QR-кода недопустима!

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 ~~в~~ аппарат под таким углом β к прямой AB, чтобы с учетом ветра аппарат все равно двигался по AB



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

3а Для любого промежутка от верка:

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

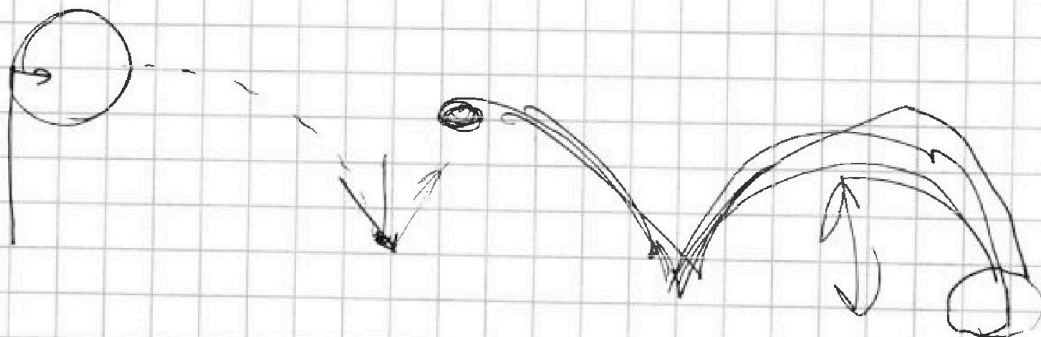
$$\sin \beta = \frac{V}{U} \cdot \sin \alpha = \frac{16}{24} \cdot 0,6 = 0,4 = \frac{2}{5}$$

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. ~~9600~~ · 24

324

60

× 24

1440

1

24

× 24

96

48

576

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\frac{24 \cdot 16}{3 \cdot 8 \cdot 24} \cdot 0,6 = \sin \beta$$

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

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

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

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

$$\frac{332}{1644} \cdot 6 = 121$$

$$\frac{2}{46} \cdot 24 = 10091$$

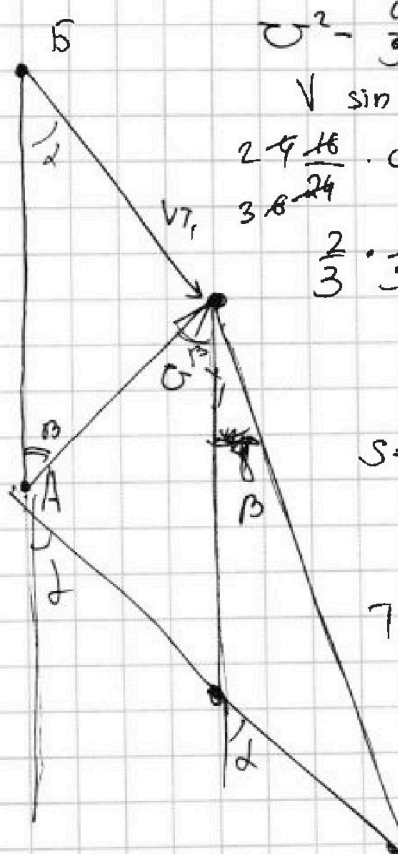
$$\frac{5 \cdot 9600}{46 \cdot 24 + 64} = \frac{5 \cdot 8600 \cdot 10}{1644} = 300$$

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

$$S + VT_2 =$$

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

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



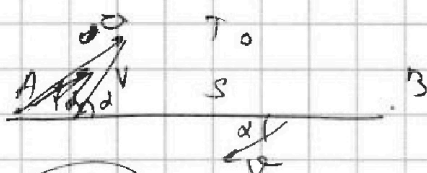


На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!



$$\sigma = \frac{S}{F} = \frac{9,6}{400} = \frac{9600}{400} = \frac{56}{4} =$$

$$= 24 \text{ м/с}$$

$$9 \cdot 5 \cdot (63)$$

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

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

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

$$\begin{array}{r} 1,00 \\ - 0,16 \\ \hline 0,84 \\ \frac{84}{100} = \frac{21}{25} \end{array}$$

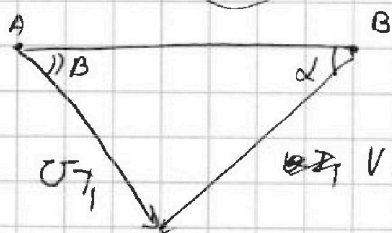
$$V = v_0 + at$$

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

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

$$\frac{58}{7} = \frac{18}{7} \cdot \frac{\sqrt{21}}{5} - V \cdot \frac{4}{5}$$

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



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

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

$$\sigma \cdot \frac{\sqrt{21}}{5} + V \cdot \frac{4}{5} = \frac{S}{T_1} = \text{tg} \alpha \cdot g$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ \times 1,8 \\ \hline 10,8 \\ \times 1,8 \\ \hline 19,44 \\ \hline 118,08 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 4 \\ \times 1,7 \\ \hline 6,8 \\ \times 1,7 \\ \hline 11,56 \end{array}$$

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

$$\approx 5,67$$

$$F = N_1 \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{N_1 \sqrt{3}}{3}$$

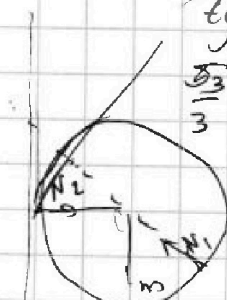
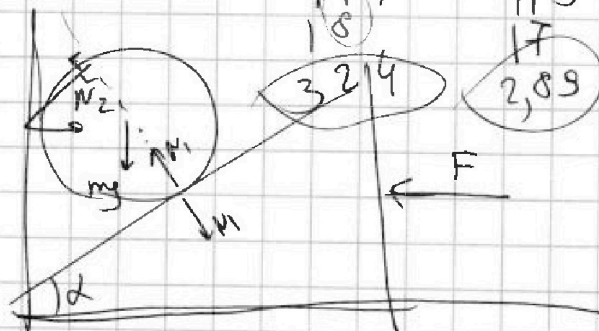
$$\text{tg} \alpha \cdot N_1$$

$$\frac{\sqrt{3}}{3} \cdot N_1$$

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\frac{\sqrt{3}}{12}$$

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



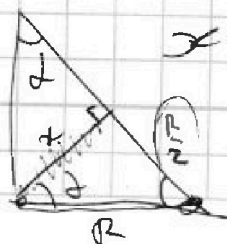
$$\frac{2 \cdot 10\sqrt{3}}{3} = \frac{20\sqrt{3}}{3}$$

$$\frac{84}{255} = \frac{28}{85}$$

$$= 2$$

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

$$x = R \cos \alpha$$



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

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



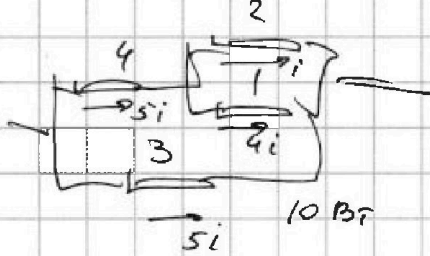
На одной странице можно оформлять только одну задачу. Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

1 2 3 4 5 6 7

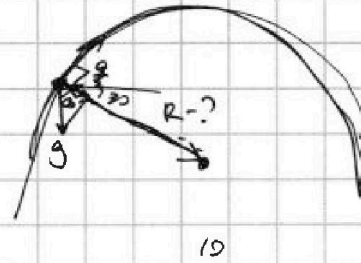
СТРАНИЦА
из

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

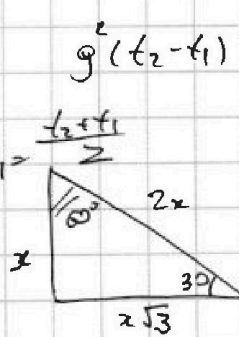
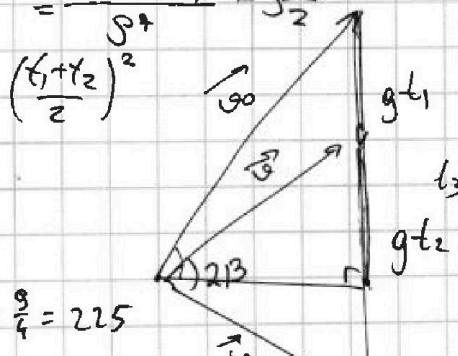


$30i = 10$
 $i = \frac{1}{3} = 0,33$
 $i^2 = 0,11$



$0,04 \cdot 20 + 4 \cdot 0,04 \cdot 5 + 5 \cdot 0,04 \cdot 6 + 5 \cdot 0,04 \cdot 10$
 $0,04 (20 + 20 + 30 + 50)$
 $\frac{120 \cdot 4}{100} = \frac{480}{100} = 4,8$
 $0,04 (20 + \frac{16 \cdot 5}{20} + \frac{25 \cdot 6}{150} + \frac{25 \cdot 10}{250}) \cdot \frac{4 \cdot 500}{100} = 20$
 $w \cdot R = 10$

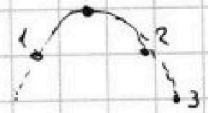
$H = v_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{g t^2}{2}$
 $\frac{1}{25} \cdot 5 = \frac{1}{5} \cdot 16 \cdot 3,2 \cdot \frac{g}{2} \cdot \frac{u}{c^2} \cdot \frac{v^2}{a_{gc}} = R$
 $80 \cdot 0,04 = \frac{320}{100}$
 $\frac{u^2}{c^2} = a$



$g^2 (t_2 - t_1)^2 = 2v^2 - 2v^2 \cos 2\beta = \frac{v^2}{2}$
 $v = \sqrt{g (t_2 - t_1)} = 10 \text{ m/s}$
 $\frac{u}{c^2} \cdot c^2$

$g \left(\frac{t_2 + t_1}{2} \right)^2 + (v \cos 30^\circ)^2 = v_0^2$
 $10 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}$
 $T = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$
 $t_1 + t_2 = 3 \text{ c.}$

$\frac{g(t_1 + t_2)^2}{2} \cdot 1,5$
 $\frac{25 \cdot 3}{4} = 75$
 $300 \quad v_0 = 10\sqrt{3}$



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