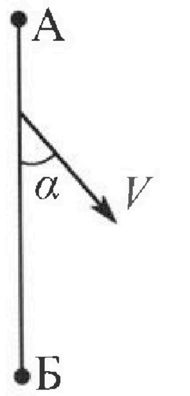
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 А → Б → А в безветренную погоду составляет T_0=200 с. Расстояние АБ равно S=2 км.



1.Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

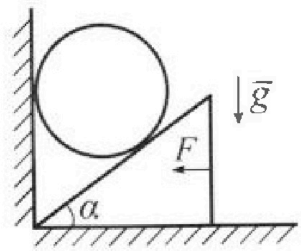
Допустим, что в течение всего в ремени полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 15$ м/с под углом α к прямой АБ (см. рис.), $\sin\alpha = 0{,}8$.

2. Найдите продолжительность T_1 полета по маршруту А → Б в этом случае. Скорость аппарата относительно воздуха постоянна и равна U.
3. При каком значении угла α продолжительность полета по маршруту А → Б → А минимальная?
4. Найдите минимальную продолжительность T_{MIN} полета по маршруту А → Б → А.

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 $2\beta = 90^0$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

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/с^2.



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.

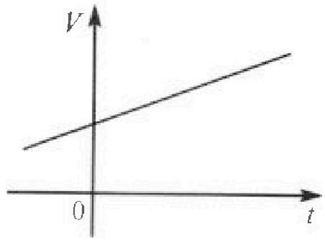
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 $t_0 = 0°C$ и $t_{100} = 100°C$ равно L=100 мм. В термометре находится m=0,04 г спирта.

Экспериментально устан овлено, 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 $t_{100} = 100°C$ объем спирта в $\beta = 1{,}12$ раза больше объема спирта при $t_0 = 0°C$. Плотность спирта при температуре $t_0 = 0°C$ считайте равной $\rho = 0{,}8$ г/см^3. 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, ρ, β, t_0, t_{100}, t.

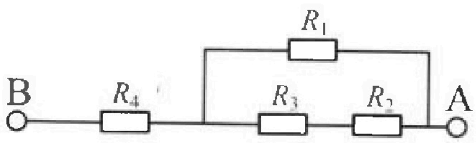
Температура воды, поступающей в ванну от природного геотермального источника, равна $t_1 = 50°C$.

2. Найдите убыль $|\Delta V|$ объема спирта при уменьшении температуры воды от $t_1 = 50°C$ до $t_2 = 40°C$. В ответе приведите формулу и число в мм^3.
3. Найдите площадь S поперечного сечения капилляра термометра. Ответ представьте в мм^2.

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_{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 [X] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 7 [ ]

СТРАНИЦА 1 ИЗ 2

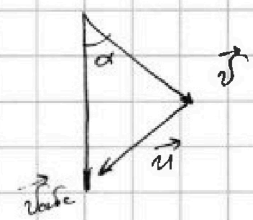
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

На спокойной воде $v_{абс}$ – скорость относительно земли, равна u. ($v_{абс} = u$. →

→ $2S = T_0 \cdot u \Rightarrow u = \frac{2S}{T_0} = \frac{2\cdot 2км}{200с} = 0{,}02 \frac{км}{с} = 20 \frac{м}{с}$.

При ветре, необходимо записать з-н сложения скоростей: $\vec{v}_{абс} = \vec{u} + \vec{v}$, т.к. скорость отн ветра = $\vec{u}$.

Нарисуем векторный Δ-к ($\vec{v}_{абс}$ совпадает с прямой АБ, чтобы беспилотник летел прямо)



По теореме косинусов:

$$u^2 = v^2 + v_{абс}^2 - 2 \cdot v \cdot v_{абс} \cdot \cos\alpha$$

Решим квадратное ур-ние ($\cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha} = 0{,}6$):

$$v_{абс}^2 - 2 \cdot 15 \cdot \overset{3/5}{0{,}6}\, v_{абс} + 15^2 - 20^2 = 0.$$

Всё в СИ:

$$v_{абс}^2 - 18 v_{абс} - 175 = 0.$$

отрицательный не подходит

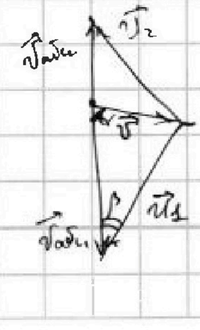
$$v_{абс} = \frac{18 \pm \sqrt{18^2 + 4\cdot 175}}{2} = 9 \pm \sqrt{9^2 + 175} = 9 \pm 16 = 25 \left(\frac{м}{с}\right)$$

$$T_1 = \frac{S}{v_{абс}} = \frac{2000 м}{25 \frac{м}{с}} = 80 с.$$

Для нахождения минимума нарисуем векторный Δ-к скоростей:

$\vec{v}_{абс_1} = \vec{u}_1 + \vec{v}$

$\vec{v}_{абс_2} = \vec{u}_2 + \vec{v}$



$$T_{min} = \frac{S}{v_{абс_1}} + \frac{S}{v_{абс_2}} = S\,\frac{v_{абс_1} + v_{абс_2}}{v_{абс_1} \cdot v_{абс_2}}$$

По теореме синусов: $\frac{v}{\sin\beta} = \frac{u}{\sin\alpha} \Rightarrow \sin\beta = \frac{v\sin\alpha}{u}$.

$v_{абс_1} = v\cos\alpha + u\cos\beta$.

$v_{абс_2} = 2u\cos\beta - v\cos\alpha - u\cos\beta = u\cos\beta - v\cos\alpha$

$T_{min} = S \cdot \frac{2u\cos\beta}{(v\cos\alpha + u\cos\beta)(u\cos\beta - v\cos\alpha)} = S \cdot \frac{2u\cos\beta}{u^2\cos^2\beta - v^2\cos^2\alpha} =$

$= S\frac{2u\cdot\sqrt{\frac{u^2 - v^2\sin^2\alpha}{u^2}}}{u^2\cdot\left(1 - \frac{v^2\sin^2\alpha}{u^2}\right) - v^2\cos^2\alpha} = S\frac{2\sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha}}{u^2 - v^2\sin^2\alpha - v^2 + v^2\sin^2\alpha} =$

$= S\frac{2\sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha}}{u^2 - v^2}$ В точке экстремума производная

$T'(\alpha) = 0$.

При $T'(\alpha) = \frac{2S}{u^2 - v^2} \cdot \frac{1}{2\sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha}} \cdot (-v^2) \cdot 2\sin\alpha \cdot \cos\alpha = 0$.

$\cancel{\frac{\sin 2\alpha}{\sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha}}} = 0$. $\sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha} \neq 0$.

$\frac{\sin\alpha \cdot \cos\alpha}{\sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha}} = 0$.

Экстремумы возможны в (1): $\alpha \in \{0°; 90°\}$.

При $\alpha \in (0; 90°)$: $T' < 0$; ~~...~~ $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ минимум $\alpha = 90°$

~~$T_{min} = \frac{2\sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha}}{u^2 - v^2} S = S\frac{2u}{u^2 - v^2} = \frac{2\cdot 20\frac{м}{с}\cdot 1000 м}{20^2\frac{м^2}{с^2} - 15^2\frac{м^2}{с^2}}$~~

При $\alpha = 90°$. $T = \frac{2S}{\sqrt{u^2 - v^2}} = \frac{2\cdot 1000 м}{\sqrt{175\frac{м^2}{с^2}}} =$

$= \frac{800}{\sqrt{7}}$ с

Ответ: $u = 20\frac{м}{с}$; $\alpha = 90°$; $T_{min} = \frac{800}{\sqrt{7}}$ 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.

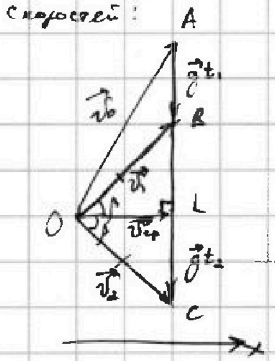
1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

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!

Запишем формулу кинематики равноускоренного движения (силой сопротивления воздуха пренебрегаем): $\vec{v} = \vec{v_0} + \vec{g}t$.

$\vec{v}$ - скорость в момент времени t после начала движения с начальной скоростью $\vec{v_0}$. Если $\vec{v_1}$ - скорость через t_1, а $\vec{v_2}$ - через t_2, то: $\vec{v_1} = \vec{v_0} + \vec{g}t_1$, $\vec{v_2} = \vec{v_0} + \vec{g}t_2$, а $\angle(\vec{v_1}, \vec{v_2}) = 2\beta$. Изобразим соответствующий ~~их~~ векторный Δ-к скоростей:



Т.к. ΔOBC - р/б, то его высота также бисс. OL - высота. Заметим, что в высшей точке скорость направлена ∥ горизонтальной поверхности ⇒ ⇒ Если это скорость $\vec{v}_{cp}$, то $\vec{v}_{cp} = \vec{OL}$.

$\vec{v}_{cp} = \vec{OL} = \vec{OB} + \vec{BL}$ ⇒ ~~$v_{cp} = OL$~~ $tg\beta = \frac{BL}{OL}$ ⇒ $v_{cp} = OL = \frac{BL}{tg\beta} =$

$= \frac{g(t_1+t_2)}{2\,tg\beta} = g \cdot$ ~~$\frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot (0{,}5c + 1{,}5c)}{2\,tg(15°)}$~~ $=$

~~$\vec{v}_{cp} = \vec{v_0} + \vec{g}t$~~ Очевидно, что вектор $\vec{AL} = \vec{g}T$, где T - время полёта до высшей точки траектории ⇒ $T = \frac{g(t_1+t_2)}{g\,2} =$

$= \frac{(0{,}5c + 1{,}5c)}{2} = 1c.$

Если t_Σ - время полёта, то $t_\Sigma = 2T = (t_1+t_2)$, т.к. T - половина траектории, а t_Σ - полное (обратимость движения).

Заметим, что в проекции на горизонтальную ось OX [illegible],

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

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

СТРАНИЦА 2 ИЗ 2

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

$v_x =$

а значит $v_x = const$. $\cancel{v_x}$ $v_{cp_x} = v_{cp}$. $\Rightarrow L = v_x \cdot t_\Sigma =$

$= \dfrac{g(t_1+t_2)}{2\, tg\beta} \cdot (t_1+t_2) = \dfrac{g(t_1+t_2)^2}{2\, tg\beta} = \dfrac{10\,\frac{м}{с^2} \cdot (0{,}5с + 1{,}5с)^2}{2 \cdot tg(45°)} = 20\ м.$

Радиус кривизны траектории $R_0 = \dfrac{v^2}{a_н}$. ~~Вблизи~~ В окрестности

высшей точки $a_н = g$, т.к. касательная к траектории

будет $\perp$ вектору ускорения свободного падения $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ $R = \dfrac{v_{cp}^2}{g} = \dfrac{g^2(t_1+t_2)^2}{g \cdot 4\, tg^2\beta} = \dfrac{g\,(t_1+t_2)^2}{4\, tg\beta} =$

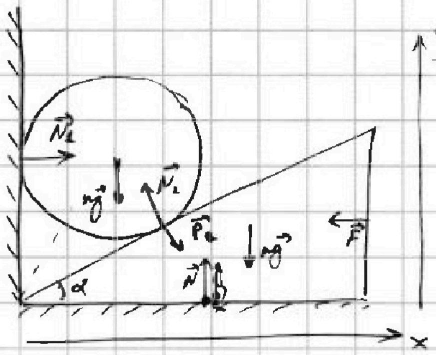
$= \dfrac{10\,\frac{м}{с^2}(0{,}5с + 1{,}5с)^2}{4\, tg^2(45°)} = 10\ м.$

Ответ: $T = 1с$; $L = 20м$; $R = 10м$.

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
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

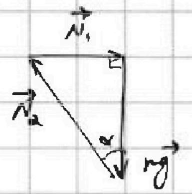
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



Т.к. система в покое (до удара)

По II з.Н. $\vec{N_1} + m\vec{g} + \vec{N_2} = \vec{0}$. Нарисуем векторно

Δ-к:



угол между углами, содержащими $m\vec{g}$ и $\vec{N_2}$, равен α из геометрических соображений. =>

=> $N_2 = \frac{mg}{\cos\alpha}$.

По II з.Н. для клина:

$m\vec{g} + \vec{F} + \vec{N} + \vec{P} = \vec{0}$. Спроецируем на OX:

$\cancel{\frac{P}{\sin\alpha} - F = 0 \Rightarrow \frac{mg}{\cos\alpha\cdot\sin\alpha} = \sqrt{3}\,mg \Rightarrow}$

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

$P\sin\alpha - F = 0$. $P\sin\alpha = F$.

$P = N_2$ по III з.Н.:

$mg\,tg\alpha = mg\cdot\sqrt{3} \Rightarrow \underline{\alpha = arctg(\sqrt{3}) = 60^\circ}$.

Заметим, что после отпускания силы F, N_1, N_2 сохранятся и будут постоянны до падения, потому что не закон для ситуации не будет меняться, просто будет повторяться тут много!

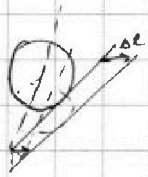
~~А~~ силы будут такими же. => $\frac{P_x}{m} = g\,tg\alpha$

=> Ускорение клина будет равно по II з.Н. $a = \frac{F}{M}$ ~~$\frac{F}{m} = \sqrt{3}g$~~.

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

~~Есл~~ Пусть клин сдвинулся вправо на Δl. Тогда

шарик сдвинулся вниз на $\Delta l \cdot tg\alpha$. $\Rightarrow$ ускорение шарика,



направленное вниз $a_2 = a\,tg\alpha = g\,tg^2\alpha$

После соударения с горизонталью ускорение стало g.

Из кинематики: $h = \frac{gt^2}{2}$, $v_{ст} = gt$ (из обратимости движения и упругого удара) $\Rightarrow$ $h = \frac{v_{ст}^2}{2g}$ $\Rightarrow$ $v_{ст} = \sqrt{2gh}$.

~~Из~~ Получается, что с [illegible] шарик набрал скорость $\sqrt{2gh}$.

$\cancel{H = \frac{gt_2^2}{2}}$ $\Rightarrow$ $H = \frac{g\,tg^2\alpha \cdot t_2^2}{2}$, $v_{ст} = g t_2\, tg^2\alpha$ $\Rightarrow$

$$\Rightarrow H = \frac{v_{ст}^2}{2tg^2\alpha\, g} = \frac{h}{tg^2\alpha} = \frac{0{,}15\text{ м}}{(\sqrt{3})^2} = \underline{0{,}05\text{ м}}.$$

Поскольку $N_1 = const$, то воспользуемся векторным д-ом

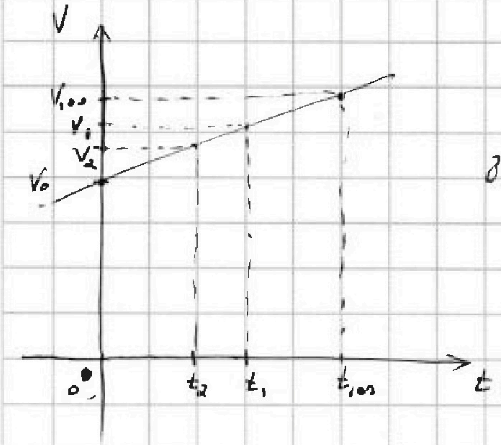
$\vec{N_1} + m\vec{g} + \vec{N_2}$

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!



Найдём угловой коэффициент этой зависимости $k = \frac{V_{100}-V_0}{t_{100}-t_0}$.

Зависимость $V(t)$ линейна, т.к.

$V = kt + b$, где b – свободный член

b, очевидно, равен V_0:

$V = \frac{V_{100}-V_0}{t_{100}-t_0} t + V_0$. $V_0 = \frac{m}{\rho}$, а $V_{100} = \beta V_0 = \beta \frac{m}{\rho}$ =>

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

Тогда по формуле из п.1: $V_1 = \frac{(\beta-1)m}{\rho(t_{100}-t_0)} \cdot t_1 + \frac{m}{\rho}$;

$V_2 = \frac{(\beta-1)m}{\rho(t_{100}-t_0)} \cdot t_2 + \frac{m}{\rho}$.

$$|\Delta V| = V_1 - V_2 = \frac{(\beta-1)m}{\rho(t_{100}-t_0)}(t_1-t_2) = \frac{(1{,}12-1)\cdot 0{,}04\,г}{0{,}8\,\frac{г}{см^3}\cdot(100°C-0°C)}(50°C-40°C) =$$

$$= \frac{0{,}12\cdot\frac{2}{50}\,г\cdot 10°C}{\frac{8}{10}\frac{г}{см^3}100°C} = \frac{0{,}12\cdot\frac{2}{5}\,г\cdot°C}{\frac{4}{5}\frac{г}{см^3}\cdot 100°C} = \frac{0{,}12\,см^3}{200} =$$

$$= \frac{0{,}06}{100}\,см^3 = 6\cdot 10^{-4}\,см^3 = 6\cdot 10^{-4}\cdot 10^3\,мм^3 = \underline{0{,}6\,мм^3}.$$

Когда $t\uparrow$ с t_0 до t_{100}, ~~ΔV увелич~~ спирт увеличивает объём на ΔV_0, а он заполняет трубку сечением S и длиной L => $|\Delta V_0| = SL$. Если использовать формулу из предыдущего пункта, и вместо t_1 и t_2 подставить t_0 и t_{100}:

$$|\Delta V_0| = \frac{(\beta-1)m}{\rho(t_{100}-t_0)}\cdot(t_{100}-t_0) = \frac{(\beta-1)m}{\rho} = SL \Rightarrow S = \frac{(\beta-1)m}{\rho L} =$$

$$= \frac{(1{,}12-1)\cdot 0{,}04\,г}{0{,}8\,\frac{г}{см^3}\cdot 100\,мм} = \frac{0{,}12\cdot 0{,}04\,г}{0{,}8\cdot\frac{г}{см^3}\cdot 10\,см} = \frac{0{,}12\cdot 0{,}04\,г}{8\,\frac{г}{см^2}} = 6\cdot 10^{-4}\,см^2 = 0{,}06\,мм^2.$$

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
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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!

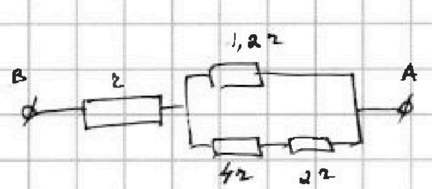
Ответ: $V(t) = \frac{(\rho-1)m}{\rho(t_{100}-t_0)} t + \frac{m}{\rho}$; $|\Delta V| = 0{,}6$ мм^3; $S = 0{,}06$ мм^2.

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.

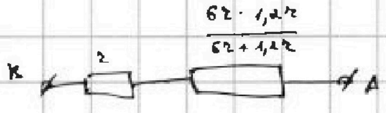
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

СТРАНИЦА 1 ИЗ 1

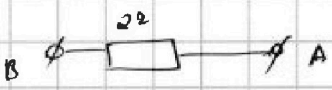
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!



Будем перерисовывать ~~это~~ схему на эквивалентную используя закон последовательного и параллельного соединения.

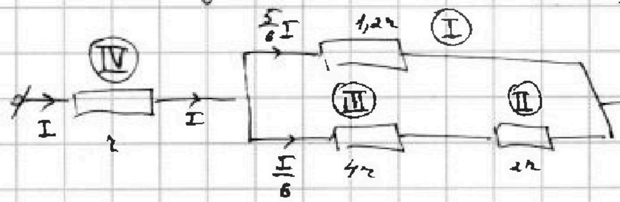


$\Rightarrow R_{экв} = 2r = 2\cdot 5\ Ом = 10\ Ом$



Поскольку это схема с линейными ВАХ, применима формула $P = I^2R_{экв} = 2I^2r =$
$= 2\cdot 4^2\ А^2 \cdot 5\ Ом = 160\ Вт.$

Для нахождения остальных P_i, расставим токи:



Докажем мы это с помощью 1 правила Кирхгофа и З-на Ома для участка цепи.

Применяя формулу из предыдущего знака: (P_i - мощность на i резисторе)

$P_1 = 1,2r\cdot\left(\frac{5}{6}I\right)^2 = \frac{5}{6}I^2r.$

$P_3 = 4r\cdot\left(\frac{1}{6}I\right)^2 = \frac{1}{9}I^2r$

$P_2 = 2r\cdot\left(\frac{1}{6}I\right)^2 = \frac{1}{18}I^2r$

$P_4 = I^2r.$

$1 > \frac{5}{6} > \frac{1}{9} > \frac{1}{18}. \Rightarrow$

$\Rightarrow$ на резисторе 2 - наименьшая мощность. $P_{min} = P_2 = \frac{1}{18}I^2r =$
$= \frac{1}{18}\cdot 4^2 А^2 \cdot 5\ Ом = \frac{40}{9}\ Вт \approx 4,44\ Вт.$

Ответ: $R_{экв} = 10\ Ом$; $P = 160\ Вт$; резистор 2; $P_{min} = 4,44\ Вт.$

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!

~~Пусть [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] на АВ.~~

~~Тогда [illegible]~~

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!

400 − 225

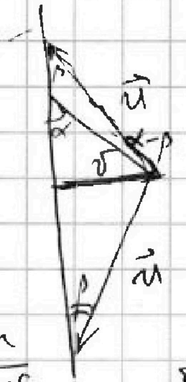
175

$\frac{80000}{175}$

$\frac{4000}{\sqrt{175}}$

$\frac{800}{\sqrt{7}}$

7.25 $\sqrt{7} < 4$



$\frac{v}{\sin\beta} = \frac{u}{\sin\alpha}$

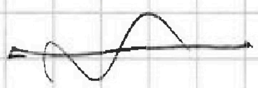
$\sin\beta = \frac{v\sin\alpha}{u}$

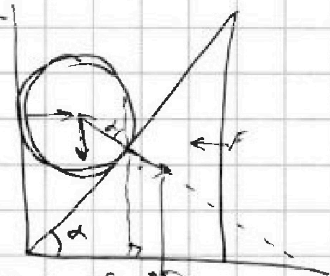
$\frac{S}{v_{абс1}} + \frac{S}{v_{абс2}}$

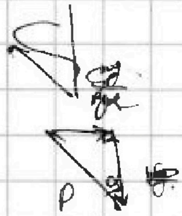
$= S\frac{v_{абс1}+v_{абс2}}{v_{абс1}\cdot v_{абс2}} =$

$v\cos\alpha + u\cos\beta =$

$v_{абс1} = v\sqrt{1-\sin^2\alpha} + \sqrt{u^2 - v^2\sin^2\alpha}$







$2u\cos\beta$

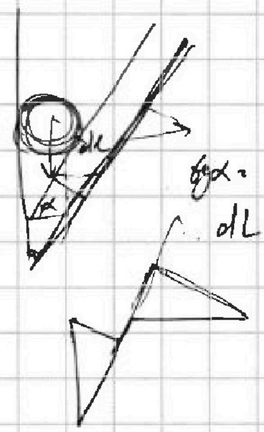
$T = \frac{(v\cos\alpha + u\cos\beta)(u\cos\beta - v\cos\alpha)}{2u\cos\beta} = \frac{u^2\cos^2\beta - v^2\cos^2\alpha}{2u\cos\beta}$

$\operatorname{tg}\alpha = \frac{N_1}{mg}$

$N_1 = \operatorname{tg}\alpha\cdot mg$

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

$\sin\alpha \quad \frac{mg}{\cos\alpha\cdot F_x}$



$\operatorname{tg}\alpha = \frac{dL}{dl}$

$dL = \operatorname{tg}\alpha\cdot dl$

$V_{\beta} = \beta V_0 \cdot \beta_{100}$

$\beta_0 = \beta\beta_{100}$

$V_0 =$

$V = \frac{\beta V_0 - V_0}{t_{100} - t_0} t + V_0$

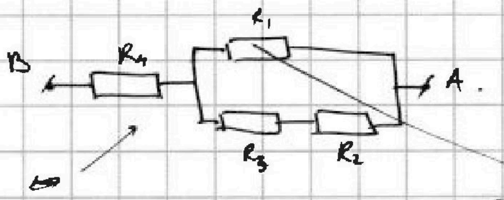
$V = \frac{\beta - 1}{t_{100} - t_0} t +$

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

1 2 3 4 5 6 7

СТРАНИЦА __ ИЗ __

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



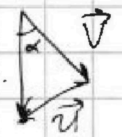
$R_1 = 1{,}2r$, $R_2 = 2r$, $R_3 = 3r$, $R_4 = r$, $r = 5$ Ом.

$R_\Sigma = R_4 + \frac{R_1(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3} = r + \frac{1{,}2r\cdot(2r+3r)}{1{,}2r+2r+3r} = \frac{6r^2}{6{,}2r} =$

$= r\left(1+\frac{6}{6{,}2}\right) = r\left(1+\frac{30}{31}\right) = \frac{61}{60} \cdot \frac{61}{31} r$

400

$\vec V + \vec u = \vec V_{абс}$

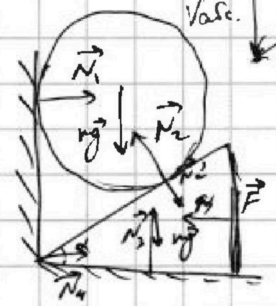


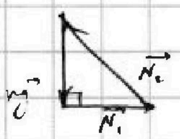
16.

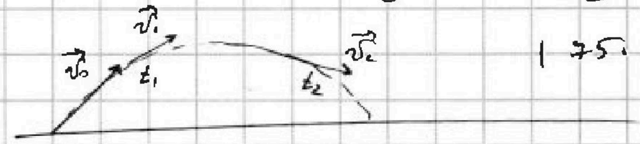
175 + 81 = 256

15^2: 15 · 15 = 225

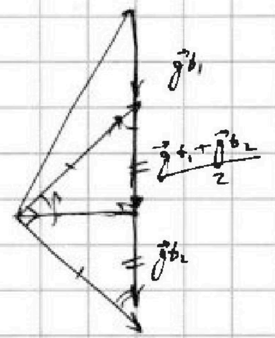
175

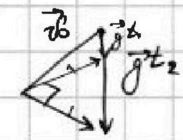


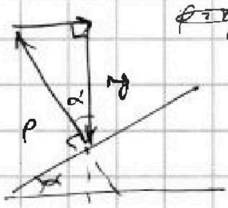




$\to mg\,tg\alpha$







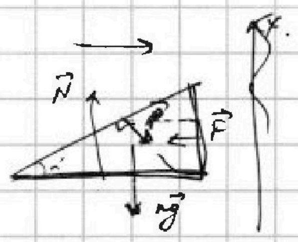
$\cos\alpha = \frac{mg}{P}$

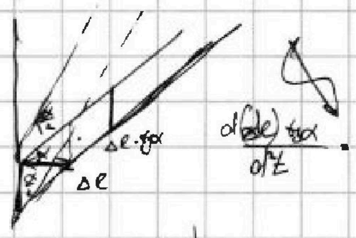
$P = \frac{mg}{\cos\alpha}$

$v_1 = \frac{g(t_1+t_2)}{2\sin\alpha}\cdot\cos\beta$

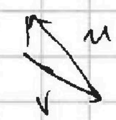
$\sqrt{v_1^2 + g^2t_2^2 - 2\cdot v_1 g t_2\cdot\cos\beta} =$

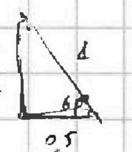
$= \sqrt{\frac{g^2(t_1+t_2)^2}{8} + g^2t_2^2 - 2\cdot\frac{g(t_1+t_2)}{2\sin\alpha}\cdot g\cdot t_2\cdot\cos^2\beta}$





$\frac{d(\Delta\ell)\,tg\alpha}{dt} = a_0$





$\sin\alpha = \frac{P}{P_x}$

$P_x = \frac{P}{\sin\alpha}$

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

$\frac{mg}{tg\alpha} = \sqrt3\, mg$

$P = \frac{mg}{tg\alpha}$

$a = \frac{g}{tg\alpha}$

$tg\alpha = \frac{1}{\sqrt3}$

$\alpha = 30°$