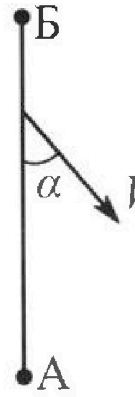
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

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 А → Б в безветренную погоду составляет T_0=400 с. Расстояние АБ равно S=9,6 км.



1.Найдите скорость U аппарата в спокойном воздухе.

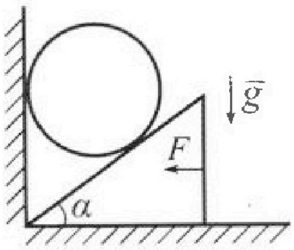
Допустим, что в течение всего време ни полета ветер дует с постоянной скоростью $V = 16$ м/с под углом α к прямой АБ (см. рис.) таким, что $\sin\alpha = 0{,}6$.

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 максимальная? Движение аппарата прямолинейное.
4. Найдите максимальную продолжительность T_{MAX} полета по маршруту А → Б → А. 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 $2\beta = 60^0$. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

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 $\alpha = 30^0$ находится на горизонтальной поверхности. На наклонной плоскости клина покоится однородный шар (см. рис.), касающийся вертикальной стенки. Массы шара и клина одинаковы и равны m=1кг. Трения нет. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.



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=0,8м шар абсолютно упруго сталкивается с горизонтальной поверхностью.

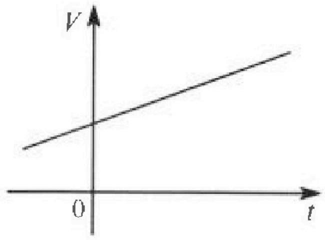
2. Найдите перемещение h шара после соударения до первой остановки.
3. Найдите ускорение a клина в процессе разгона.
4. При каком значении угла α ускорение клина максимальное?
5. Найдите максимальное ускорение a_{MAX} клина.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2024

Вариант 09-01

В ответах всех задач допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

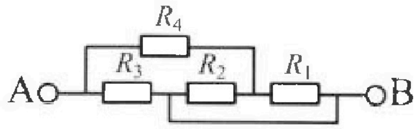
4. На шкале ртутного термометра расстояние между отметками $t_1 = 35°C$ и $t_2 = 42°C$ равно L=5 см. В термометре находится m=2 г ртути.



Экспериментально установле но, 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 $t_{100} = 100$ °C объем ртути в $\beta = 1{,}018$ раза больше объема ртути при $t_0 = 0°C$. Плотность ртути при температуре $t_0 = 0°C$ считайте равной $\rho = 13{,}6$ г/см^3. Тепловое расширение стекла пренебрежимо мало.

1. Следуя представленным опытным данным, запишите формулу зависимости объема $V(t)$ ртути от температуры t, измеренной в градусах Цельсия. Формула должна содержать величины: $m, \rho, \beta, t_0, t_{100}, t$.
2. Найдите приращение ΔV объема ртути при увеличении температуры от $t_1 = 35°C$ до $t_2 = 42°C$. 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 $R_1 = 5$ Ом, $R_2 = 20$ Ом, $R_3 = 10$ Ом, $R_4 = 6$ Ом.



1. Найдите эквивалентное сопротивление $R_{ЭКВ}$ 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!

Найдём скорость аппарата в безветренную погоду u:

$$u = \frac{S}{T_0} = \frac{9{,}6\,км}{400\,с} = \frac{9600\,м}{400\,с} = \frac{96\,м}{4\,с} = 24\,\frac{м}{с}$$

Найдём скорость аппарата в описанных условиях u':

Найдём эту скорость с помощью теоремы косинусов:

$$u^2 = v^2 + u'^2 - 2vu'\cos\beta$$

$$u'^2 - u'\cdot 2v\cos\beta + v^2 - u^2 = 0$$

Из рис. видно, что $\beta = 180° - \alpha$, тогда $\cos\beta = -\cos\alpha$, а из тригонометрического тождества можем вычислить $\cos\alpha$:

$$1 = \cos\alpha^2 + \sin\alpha^2$$

$$\cos\alpha = \sqrt{1-\sin\alpha^2} = \sqrt{1-0{,}36} = \sqrt{0{,}64} = \pm 0{,}8$$

Тогда $\cos\beta = \mp 0{,}8$. Значит надо рассмотреть 2 сл., когда $\cos\beta = -0{,}8$ и $\cos\beta = 0{,}8$

Решим это кв. ур-е:

$$D = (2v\cos\beta)^2 - 4(v^2 - u^2) = 4v^2\cos\beta^2 - 4v^2 + 4u^2 = 4(0{,}64v^2 - v^2 + u^2) = 4(u^2 - 0{,}36v^2) = 4(u - 0{,}6v)(u + 0{,}6v) =$$

$$= 4\cdot\left(24\frac{м}{с} - 0{,}6\cdot 16\frac{м}{с}\right)\left(24\frac{м}{с} + 0{,}6\cdot 16\frac{м}{с}\right) = 4\cdot 14{,}4\frac{м}{с}\cdot 33{,}6 = 4\cdot 483{,}84$$

1) $u'_1 = \frac{2v\cos\beta - \sqrt{D}}{2}$, т.к. $\cos\beta < 0$, но не имеет физ. смысла

$$u'_2 = \frac{2v\cos\beta + \sqrt{D}}{2} = \frac{2\cdot 16\frac{м}{с}\cdot(-0{,}8) + \sqrt{483{,}84}}{2} \approx -12{,}8\frac{м}{с} + 22\frac{м}{с} \approx 9{,}2\frac{м}{с}$$

$$\boxed{T_1 = \frac{S}{u'} = \frac{9600\,м}{9{,}2\frac{м}{с}} \approx 1100\,с}$$

2) $u'_1 = \frac{2v\cos\beta - \sqrt{D}}{2} \approx 12{,}8\frac{м}{с} - 22\frac{м}{с} = -9{,}2\frac{м}{с}$ – не имеет физ. смысла

$$u'_2 = \frac{2v\cos\beta + \sqrt{D}}{2} \approx 12{,}8\frac{м}{с} + 22\frac{м}{с} = 34{,}8\frac{м}{с}$$

$$\boxed{T_2 = \frac{S}{u'} = \frac{9600\,м}{34{,}8\frac{м}{с}} \approx 250\,с}$$

Найдём при каком α тогда время полёта максимально.

При движении „навстречу" ветру мы проигрываем во времени, но в обратном случае наоборот выигрываем. Из ур-й для u' в прошлом пункте решения видно, что время движ. $T \sim \frac{1}{u'}$, а u' при движ. „навстречу" ветру проигрываем за счёт отрицательного знак. $\cos\beta$, а выигрываем в обр. случае за счёт полож. знак. $\cos\beta$, при этом при реш. кв. ур-я понятно, что на дискриминант не влияет знак $\cos\beta$. Из этих соображ. понятно, что мы выигр./проигр. в u' на одну и ту же величину, но т.к. $T \sim \frac{1}{u'}$, при выигрыше в u' знач. T получается меньше, чем при проигр. (от u). Тогда проигрыш в T всегда больше выигрыша. Но тогда T-макс., когда проигрыш равен выигр., т.е. $\cos\beta = $ ~~0~~ либо $\cos\beta = -1$, т.е. $\alpha = 180°$ или $\alpha = 0°$. Зн. ветер дует навстречу или попутно.

Т.к. аппарат возвращается, то независимо от того, куда именно дует ветер, на одном из уч. скор. будет $u_1 = u - v = 24\,\frac{м}{с} - 16\,\frac{м}{с} = 8\,\frac{м}{с}$, а на другом $u_2 = u + v = 24\,\frac{м}{с} + 16\,\frac{м}{с} = 40\,\frac{м}{с}$, тогда T_{max} равно:

$$T_{max} = \frac{S}{u_1} + \frac{S}{u_2} = \frac{3600\,м}{8\,\frac{м}{с}} + \frac{3600\,м}{40\,\frac{м}{с}} = 1440\,с$$

Итак, $u = 24\,\frac{м}{с}$, $T_1 = 1100\,с$ или $T_2 = 250\,с$, $\alpha_1 = 180°$ или $\alpha_2 = 0°$,

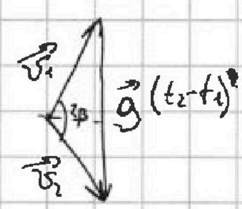
$T_{max} = 1440\,с$

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
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

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. скорости в момент врем. t_1 и t_2 равны, то ~~скорости~~ в эти моменты мячи находились на одной и той же высоте. За этот промеж. в-р скор. повер. на равные углы ~~...~~ отн. верт. и поверх. (т.к. мяч. лет. по поверх., зн. полет по симметрич. траектории). Искр. в-рный треуг. скоростей за этот промежуток:



Т.к. $|\vec{v}_1| = |\vec{v}_2|$ ~~что~~ и $2\beta = 60°$, то треуг. равносторонний, т.е. $|\vec{v}_1| = |\vec{g}(t_2-t_1)|$, из этого находим $|\vec{v}_1|$:

$$|\vec{v}_1| = v = |\vec{g}(t_2-t_1)| = g(t_2-t_1) = 10\frac{м}{с^2}\cdot(2с-1с) = 10\frac{м}{с}$$

~~В момент t_1 скор. $\vec{v}_1$ напр. под углом β к горизонту (что видно из рис.), и т.к. $\vec{v}_1$ напр. вверх (вниз), то верт. сост. $\vec{v}_1$ равна $v_{1y} = v_1\cos\beta = 10\frac{м}{с}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2} = 5\frac{м}{с}$, тогда можно дать ур-е для высоты ... подъёма мячика от мом. t_1 до макс.:~~

~~$h = |\vec{v}_{1y}| t - \frac{g t^2}{2}$~~

~~$h = |\vec{v}_{1y}|\frac{t_2-t_1}{2} - \frac{g\left(\frac{t_2-t_1}{2}\right)^2}{2} = 5\frac{м}{с}\cdot 0{,}5с - \frac{10\frac{м}{с^2}\cdot 0{,}25с^2}{8} =$~~

~~$= 2{,}5м - 0{,}3м = 2{,}2м$~~

~~А высота подъёма в этот мом. времени t_1:~~

~~$h = |\vec{v}_{1y}| t_1 - \frac{g t_1^2}{2} = 1$~~

Заметим, что т.к. полёт мячика происх. по сим. траектории, то от мом. t_2 до падения пройдёт время t_1, т.е. полное время полёта:

$$T = 2t_1 + (t_2-t_1) = 2с + (2с-1с) = 3с$$

В мом. врем. t_1 горизон. сост. $\vec{v}_1$ равна гор. сост. скор. мяч. в любой момент времени, а равна она $(\vec{v}_{1x})$

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!

$|\vec{v}_{1x}| = |\vec{v}_1| \cdot \cos\beta = 10\,\frac{м}{с} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx 8{,}5\,\frac{м}{с}$

А верт. сост. в этот момент времени будет равна:

$|\vec{v}_{1y}| = |\vec{v}_1| \cdot \sin\beta = 10\,\frac{м}{с} \cdot 0{,}5 = 5\,\frac{м}{с}$

Тогда можем запис. ур-е для выс. подъёма мяча в мом. времени $\frac{t_1+t_2}{2}$, т.е. макс. выс.:

$$H = \left(|\vec{v}_{1y}| + |\vec{g}|\,t_1\right)\frac{t_1+t_2}{2} - \frac{|\vec{g}|\left(\frac{t_1+t_2}{2}\right)^2}{2} \approx$$

$$\approx \left(5\,\frac{м}{с} + 10\,\frac{м}{с}\right)\cdot\frac{1с+2с}{2} - \frac{10\,\frac{м}{с^2}\cdot(1{,}5с)^2}{2} \approx 22{,}5м - 11{,}25м = 11{,}25м$$

~~В момент времени t_1 цонт. ускор. равно $\vec{g}$, а касат. скор., перп. ему, равна $\vec{v}_{1x}$, тогда рад. кривизны траектории в этот мом. равен:~~

$$\cancel{R = \frac{|\vec{v}_{1x}|^2}{|\vec{g}|} = \frac{75\,\frac{м^2}{с^2}}{10\,\frac{м}{с^2}} = 7{,}5\,м}$$

В мом. врем. t_1 $\vec{v}_1$ напр. под углом $\beta = 30^\circ$ к горизонту, тогда проекция $\vec{g}$ на нормаль к её в-ру $(\vec{a})$ будет равна:

$\vec{a} = \vec{g}\cos\beta$

Тогда рад. кривизны траектории в этот мом. будет равен:

$$R = \frac{|\vec{v}_1|^2}{|\vec{a}|} = \frac{100\,\frac{м^2}{с^2}}{10\,\frac{м}{с^2}\cdot\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{20}{\sqrt{3}}\,м \approx 11\,м$$

Итак, $T = 3с$, $H = 11{,}25м$, $R \approx 11м$

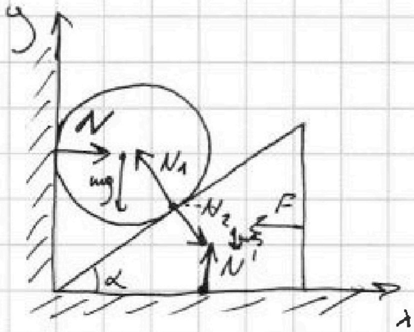
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Из всех действующих на сист. сил горизонт. сост. имеют только F и сила реак. опоры, действ. на шар со стороны стены N, зн. эти силы равны по модулю. Рассмотрим все силы, действ. на ~~тело~~ тело:



Силы, действ. на шар:

$$x:\ N = \cancel{N_1\cos\alpha}\ N_1 \sin\alpha$$

$$y:\ mg = \cancel{N_1\sin\alpha}\ N_1 \cos\alpha$$

Т.к. силы равны по модулю, то можем заменить N на F:

$$\begin{cases} F = N_1 \sin\alpha \\ mg = N_1 \cos\alpha \end{cases}$$

Делим эту сист.:

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

$$F = mg\,tg\,\alpha = 1\,кг \cdot 10\,\frac{м}{с^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \approx 5{,}8\,Н$$

После прекращ. действ. F результ. сила, действ. на систему станет равна F по модулю.

Т.к. соударения шара с поверхностью упругие, то потерь энергии нет (т.к. и сила трения отсутствует), зн. пот. энергия должна быть равна сумме пот. и кин. энергий при остановке. Первая ост. произойдёт, когда шар вновь окажется на той же высоте, т.к. при остановке кин. энергия равна нулю. Т.о., после соуд., шар ост. на выс. $h = H = 0{,}8$ м.

~~Результ. сила, действ. на сист. во время разгона, т.е. пока шар и тор ещё соприкасались, равна по модулю F. Тогда по 2 закону Ньютона:~~

~~$F = 2m a'$, где a' – ускор. всей сист.~~

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!

При этом единств. гор. сила, действ. на клин, равна $N_2 \sin\alpha$, при этом N_2 равно N_1 по модулю, а $N_1 \sin\alpha = N$, т.к. шар скатывается „к стенке", а зн. и не отрывается от неё. Итак, получается, что в гориз. напр. на клин действ. только сила, равная N по модулю, а зн. и равная F, т.е.:

$$F = ma \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{5.8Н}{1кг} = 5.8\,\frac{м}{с^2}$$

$N = N_1 \sin\alpha$ — верно для шара в любой момент, пока он соприкасается с клином. $a \sim F$, $F = N$ (по модулю), след. $a \sim N$, сл. $a \sim N_1$ и $a \sim \sin\alpha$, при этом верт. сост. N_1 неизм. (пока действ. F) и равна mg, а вот гор. увел. Тогда a max, когда $\sin\alpha \to 1$, но $\sin\alpha \neq 1$, т.к. тогда описанная ситуация невозможна.

Тогда мах. ускор. клина будет стрем. к бесконечности.

Итак, $F = 5,8Н$, $h = 0,8м$, $\alpha \to 90°$, $a = 5,8\,\frac{м}{с^2}$, $a_{max} \to \infty$

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!

Выведем формулу завис. $V(t)$:

$$\boxed{V=\frac{m}{\rho}\cdot\left((t-t_0)\frac{\beta-1}{t_{100}-t_0}+1\right)},$$ здесь изм. объёма от его знач. при t_0 относ. к изм. объёма при t_{100} от знач. при t_0 так же, как и t к t_{100} (при $t>0$), а т.к. объём вида изм. объёма равно*

Из этой формулы найдём прираш. объёма ртути ΔV в данных усл.:

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

$$=\frac{m}{\rho}t_2\frac{\beta-1}{t_{100}-t_0}-\frac{m}{\rho}t_1\frac{\beta-1}{t_{100}-t_0}=\frac{m}{\rho}\cdot\frac{\beta-1}{t_{100}-t_0}(t_2-t_1)=$$

$$=\frac{2\,г}{13{,}6\,\frac{г}{см^3}}\cdot\frac{1{,}018-1}{100^\circ C-0^\circ C}(42^\circ C-35^\circ C)=\frac{2\,г\cdot 0{,}018\cdot 7^\circ C}{13{,}6\,\frac{г}{см^3}\cdot 100^\circ C}=$$

$$=\frac{0{,}036\cdot 7}{1360}\,см^3\approx\frac{36\cdot 7}{1360}\,мм^3\approx\frac{252}{1360}\,мм^3\approx 0{,}2\,мм^3$$

Т.к. рассм. от отм. $42^\circ C$ до $35^\circ C$ равно L, то $\Delta V=LS$, тогда:

$$S=\frac{\Delta V}{L}\approx\frac{0{,}2\,мм^3}{50\,мм}\approx 0{,}004\,мм^2$$

* $\frac{\beta-1}{t_{100}-t_0}(t-t_0)$, т.к. при опред. темп. изм. тоже будет опред., тогда абс. изм. объёма сост. $\frac{m}{\rho}((t-t_0)\frac{\beta-1}{t_{100}-t_0}$, для полного объёма к этому знач. нужно прибавить объём при V_0, т.е. $\frac{m}{\rho}$. Отсюда вся формула.

Итак, $\Delta V\approx 0{,}2\,мм^3$, $S\approx 0{,}004\,мм^2$

Мощность, выдел. на всей цепи P равна:

$P = UI = 10В \cdot 2А = 20Вт$

Найдём, на каком резисторе выдел. наим. мощность, это осущ., когда I'^2R' — min, здесь I' — ток через рез., R' — сопр. рез. Найдём мин. это знач., выраженное через $I_2'^2$ — ток, идущий через рез. R_2, все соотн. токов остаются теми же, что и в первой части решения задачи.

$P_1 = I_1'^2R_1 = (4I_2')^2 \cdot 5\Omega = 80I_2'^2 \cdot 1\Omega$

$P_2 = I_2'^2R_2 = I_2'^2 \cdot 20\Omega = 20I_2'^2 \cdot 1\Omega$

$P_3 = I_3'^2R_3 = (5I_2')^2 \cdot 10\Omega = 250I_2'^2 \cdot 1\Omega$

$P_4 = I_4'^2 \cdot R_4 = (5I_2')^2 \cdot 6\Omega = 150I_2'^2 \cdot 1\Omega$

Здесь добавлена штрихи, чтобы рассмотреть конкретной ситуации. Далее также принцип при обозначениях.

Отсюда видно, что $P_{min} = P_2$, при этом суммарная мощность равна $P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 500I_2'^2 \cdot 1\Omega$, тогда, зная знач. P можем найти P_{min}.

$$P_{min} = P \cdot \frac{20I_2'^2 \cdot 1\Omega}{500I_2'^2 \cdot 1\Omega} = \frac{P}{25} = \frac{20Вт}{25} = 0{,}8Вт$$

Итого, $R_{экв} = 5\Omega$, $P = 20Вт$, $P_{min} = 0{,}8Вт$

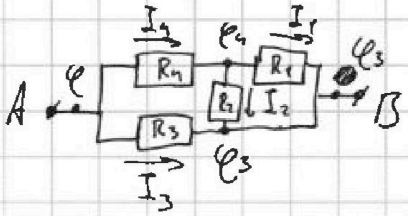
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу. Отметьте **крестиком** номер задачи, решение которой представлено на странице. Также укажите номер страницы и суммарное количество страниц в решении каждой задачи отдельно.

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!

Нарисуем эквивалентную схему:



Расст. на ней потенциалы и токи.

По закону Кирхгофа:

$$I_4 = I_1 + I_2 \quad (1)$$

R_1 и R_2 подключ. пар-но, т.е. напряж. на них один., тогда $R_2 I_2 = R_1 I_1 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{20\Omega}{5\Omega} = 4$

Из этого отнош. и ур-я 1:

$$I_4 = I_1 + I_2 = 4I_2 + I_2 = 5I_2$$

Как видно из расставл. пот., падение напряж. от φ до φ_3 происх. по рез. R_4 и R_2 или только по рез. R_3, т.е. суммарн. напряж. на R_4 и R_2 равно напряж. на R_3, тогда $R_3 I_3 = R_4 I_4 + R_2 I_2$

$$R_3 I_3 = 5R_4 I_2 + R_2 I_2$$

$$\frac{I_3}{I_2} = \frac{5R_4 + R_2}{R_3} = \frac{5\cdot 6\Omega + 20\Omega}{10\Omega} = 5$$

Теперь можно заключить, что напряжение на всем участке AB равно $U_0 = R_3 I_3$, а общий ток $I_0 = I_3 + I_4$, исходя из этого можно найти сопр. всего участка.

$$R_{экв} = \frac{U_0}{I_0} = \frac{R_3 I_3}{I_3 + I_4} = \frac{5R_3 I_2}{5I_2 + 5I_2} = R_3 \cdot \frac{I_2}{2I_2} = \frac{R_3}{2} = 5\Omega$$

При $\varphi - \varphi_3 = 10В = U$, сила тока на всем данном участке равна:

$$I = \frac{U}{R_{экв}} = \frac{10В}{5\Omega} = 2А$$

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.

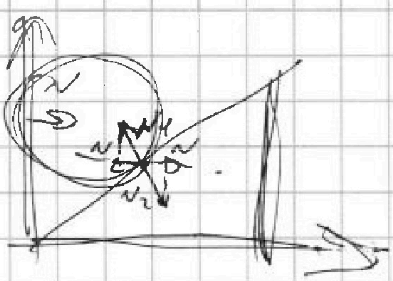
1 2 3 4 5 6 7

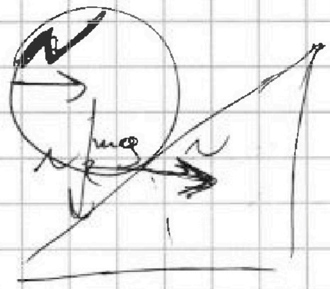
СТРАНИЦА __ ИЗ __

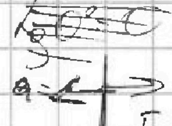
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. **Страницы по каждой из задач нумеруются отдельно.** Порча QR-кода недопустима!

Черн.

$176 \cdot 6 = 1056$ $176 \cdot 5 = 880$ $176 \cdot 5{,}8 = 1020{,}8$ $200 : 11 = 18{,}1$







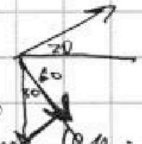
$F=0$

$a=0$

$N=N_1$

Вид сил: mg, mg, N', N

$N'=mg$



Обмз. гр. с

$R=\frac{v^2}{g \cdot \cos 60^\circ}$

$T=T_1+T_2=\frac{S}{u'}+\frac{S}{u''}=$

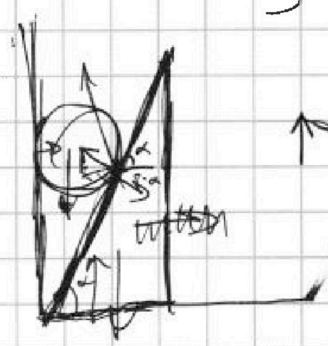
$=\frac{S}{2v\cos\beta+u_0}+\frac{S}{2v\cos\beta+u_0}$

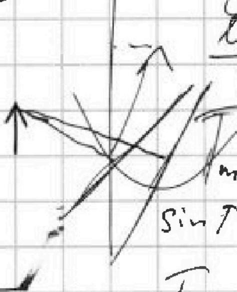
Так $N'=2mg$ не всегда

$\frac{100\ \frac{м}{с^2}}{5\ \frac{м}{с^2}}$

$\frac{1200}{5}$

один





T_{max} при u_0 max, т.к. $\cos\uparrow$, $\sin\uparrow$

$T=\frac{S}{u'}+\frac{S}{u''}=\frac{9600}{40}+\frac{9600}{8}=$

$=240+240\cdot 5=1440$

$N=N_1\sin\alpha$

$N\uparrow \rightarrow \sin\alpha\uparrow$ или $N_1\uparrow$