Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

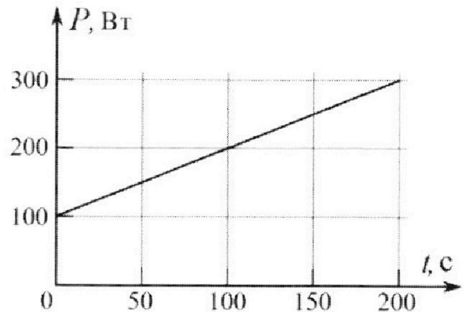
Вариант 09-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

4. Воду объемом $V = 1$л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 16\ ^0$C. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25$ Ом, напряжение источника $U = 100$ В. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.
2) Найдите температуру $\tilde{t}_1$ воды через $T = 180$ с после начала нагревания.

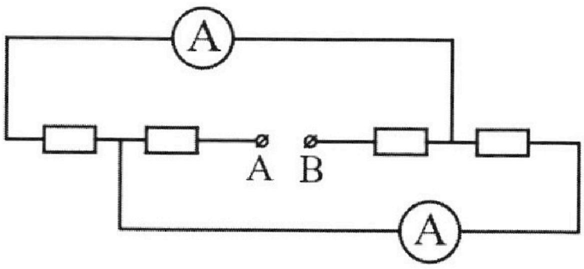
Плотность воды $\rho = 1000$кг/м^3, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг$\cdot^0$C).



5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 30 Ом, у двух других сопротивление по 60 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам A и B источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание $I_1 = 2$A.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
2) Какую мощность P развивают силы в источнике?

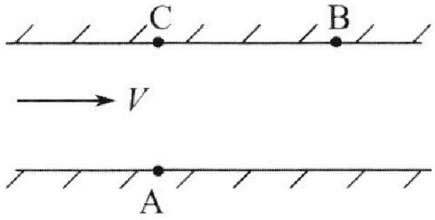


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 09-02

Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Пловец трижды переплывает реку. Движение пловца прямолинейное. Скорость пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой, во всех заплывах одинакова по модулю.



В двух первых заплывах A – точка старта, B – точка финиша (см. рис., V - неизвестная скорость течения реки). Ширина реки $AC = d = 50$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 120$ м.

Продолжительность первого заплыва $T_1 = 100$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 240$ с.

1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отсчета в первом и втором заплывах.
2) Найдите скорость V течения реки.

В третьем заплыве пловец стартует из точки A и движется так, что снос наименьший.

3) На каком расстоянии S от точки B выше по течению финиширует пловец в третьем заплыве?

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5{,}4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

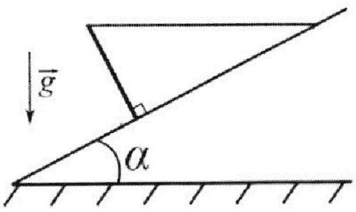
1) Найдите наибольшую высоту H, на которой мяч находится в полете.
2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на высоте h, стенка движется навстречу мячу. Расстояние между точками падения мяча на поле в случаях: стенка покоится, стенка движется, $d = 1{,}8$ м.

3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения g=10 м/с^2. Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный стержень удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к стержню в его наивысшей точке. Сила натяжения нити $T = 17{,}3$ Н. Угол между стержнем и плоскостью прямой. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол $\alpha = 30^0$.



1) Найдите массу m стержня.
2) Найдите силу F_{TP} трения, действующую на стержень.
3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

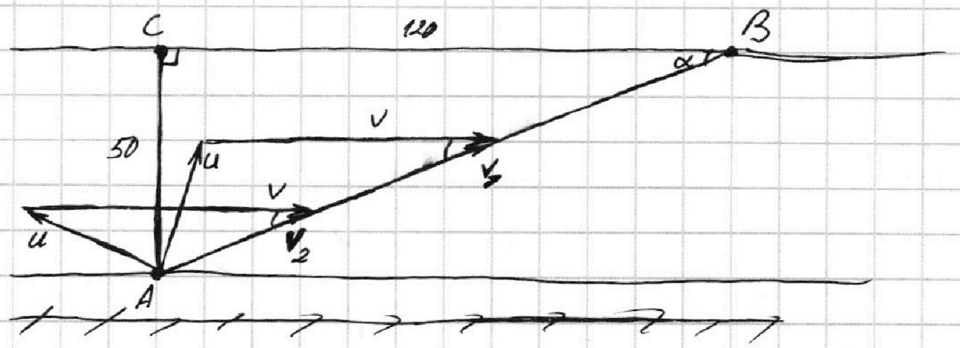
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 [x] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 7 [ ]

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1.



$\cos\alpha = \frac{BC}{BA} = \frac{12}{13}$

$AB = \sqrt{AC^2 + AB^2} = 130_м$

Пусть u - скорость пловца в СО течения.

Тогда по т. косинусов для тр-ков скоростей в двух первых заплывах (углы между $(V_1 и V)$ и $(V_2 и V)$ равны, т.к. $\vec{V}$ всегда направлен вдоль берегов)

$$\begin{cases} V_2^2 + V^2 - 2V_2 V\cos\alpha = u^2; \\ V_1^2 + V^2 - 2V_1 V\cos\alpha = u^2. \end{cases}$$

$V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{130м}{100с} = 1{,}3 \, м/с$

$V_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{130м}{240с} = \frac{13}{24} \, м/с$

$V_1^2 + \cancel{V^2} - 2V_1 V\cos\alpha = V_2^2 + \cancel{V^2} - 2V_2 V\cos\alpha$

$V_1 \neq V_2$

$V_1^2 - V_2^2 = 2V\cos\alpha\,(V_1 - V_2)$

$V_1 + V_2 = 2V\cos\alpha$

$$V = \frac{V_1+V_2}{2\cos\alpha} = \frac{\frac{13}{10}\,м/с + \frac{13}{24}\,м/с}{2\cdot\frac{12}{13}} = 13^2\cdot\frac{34}{10\cdot 24^2}\,м/с = 13^2\cdot\frac{17}{5\cdot 24^2}\,м/с =$$

$$= \frac{2873}{2880}\,м/с \approx 1\,м/с$$

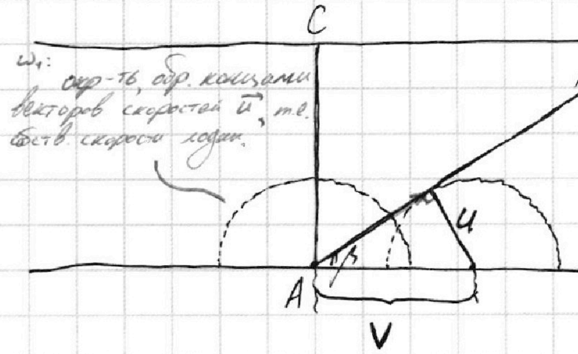
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 [X] 2 [ ] 3 [ ] 4 [ ] 5 [ ] 6 [ ] 7 [ ]

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

В третьем заплыве:



~~окр-ть, обр.~~ окр-ть, получающаяся из ω_1 путем сдвига по течению на V. То есть точки на этой окружности являются концами векторов скоростей лодки в ЛСО. min снос будет, если скорость направлена по касательной к ней.

Снос будет наименьшим, если скорость в ЛСО будет направлена по касательной к окружности ~~обр. из~~ ω_2. ~~окр, обр. концами вект. скоростей $\vec{u}$, сдвигом на V вправо (т.е. по теч.)~~

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{u}{\sqrt{V^2 - u^2}} = \frac{AC}{CB'}$$

~~$$u^2 = \left(\frac{13}{24}\,м/с\right)^2 + \left(\frac{13^2 \cdot 17}{5 \cdot 24^2}\,м/с\right)^2 - 2 \cdot \frac{13}{24} \cdot \frac{13^2 \cdot 17}{5 \cdot 24^2}\,м/с \cdot \frac{12}{13} =$$~~

~~$$= \frac{13^2}{24^2} + \frac{13^4 \cdot 17^2}{5^2 \cdot 24^4} - \frac{13^2 \cdot 17}{5 \cdot 24^2} = 13^2 \cdot 24^2 \cdot 5^2 + 13^4 \cdot 17^2 - 13^2 \cdot 17$$~~

$$= \quad u^2 \approx \left(\frac{13}{10}\,м/с\right)^2 + \left(1\,м/с\right)^2 - 2 \cdot \frac{13}{10}\,м/с \cdot 1\,м/с \cdot \frac{12}{13} =$$

$$= (2{,}69 - 2{,}4 ~~= 0{,}29~~)\,(м/с)^2 = 0{,}29\,\frac{м^2}{с^2}$$

$$S = CB - CB' = ~~CB~~ = CB - AC / \operatorname{tg}\beta. \qquad \operatorname{tg}\beta = \frac{\sqrt{0{,}29}}{\sqrt{0{,}71}} = \sqrt{\frac{0{,}29}{0{,}71}}$$

$$S = 120м - 50м / \sqrt{\frac{29}{71}} = 120м - 50м \cdot \sqrt{\frac{71}{29}} \approx 120м - 50м \cdot \frac{5}{\sqrt{10}} =$$

$$= 120м - 25\sqrt{10}\,м$$

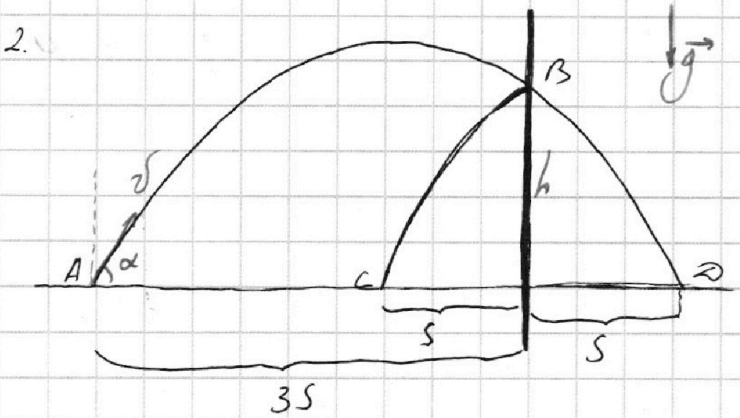
Ответ: $V_1 = 1{,}3\,м/с$; $V_2 = \frac{13}{24}\,м/с$; $S \approx 120м - 50м \cdot \sqrt{\frac{71}{29}} \approx 42м$;
$V = \frac{2873}{2880}\,м/с \approx 1\,м/с$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

2.



Отразим BC отн. стенки, тогда BD- продолжение тракт. полёта, т.к. удар абсолютно упругий.

t_2- время полёта AB, t_1- BC.

Тогда $3S = v\cos\alpha \, t_2$,

$S = v\cos\alpha \, t_1 \Rightarrow t_2 = 3t_1$

~~$t_2 = t \Rightarrow t_1 = 3t$~~

max. высота — H.

$$H = v\sin\alpha \cdot \frac{v\sin\alpha}{g} - g\frac{\left(\frac{v\sin\alpha}{g}\right)^2}{2} = \frac{v^2\sin^2\alpha}{2g}.$$

$$h = v\sin\alpha \cdot 3t_1 - \frac{g\cdot(3t_1)^2}{2}$$

Время всего полёта $4t_1 = \frac{2v\sin\alpha}{g} \Rightarrow v\sin\alpha = 2gt_1$

$$h = 2gt_1 \cdot 3t_1 - 4{,}5gt_1^2 = 1{,}5g\,t_1^2 \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{h}{1{,}5g}}$$

$$H = \frac{4g^2t_1^2}{2g} = 2gt_1^2 = 2g\cdot\frac{h}{1{,}5g} = \frac{4}{3}h = 72м$$

$t_1 = 0{,}6с$

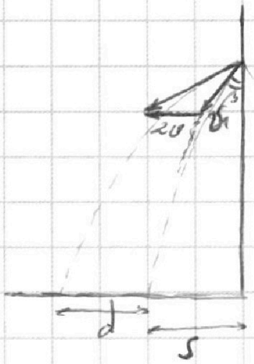
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

Теперь стенка движется навстречу мячу со ск. u.



Пусть ск. $\vec{v}_1$ – скорость мяча перед соударением. В СО стенки мяч движ. со ск. $\vec{v}_1 - \vec{u}$; отскакивает ~~от неё~~ со ск. $|\vec{v}_1 - \vec{u}|$, но в другую сторону, а в ЛСО – со ск. $|\vec{v}_1 - 2\vec{u}|$.

Понятно, что на время падения влияет только вертикальная составляющая скорости, а она одинакова в двух случаях. Значит, время падения равно t_1.

$S = v_1 \sin\beta \, t_1$;

$S + d = \cancel{(v_1 + 2U)} = (v_1 \sin\beta + 2U) t_1$ $\Rightarrow$ $d = 2Ut_1$.

$$U = \frac{d}{2t_1} = \cancel{\frac{1{,}8м}{2 \cdot \frac{6}{\sqrt{10}}с} = 0{,}15\sqrt{10}\,м/с} = \frac{1{,}8м}{2 \cdot 0{,}6с} = 1{,}5\,м/с$$

Ответ: $H = 7{,}2м$;

$t_1 = \cancel{0{,}15} \ \cancel{\frac{6}{\sqrt{10}}} \ 0{,}6с$

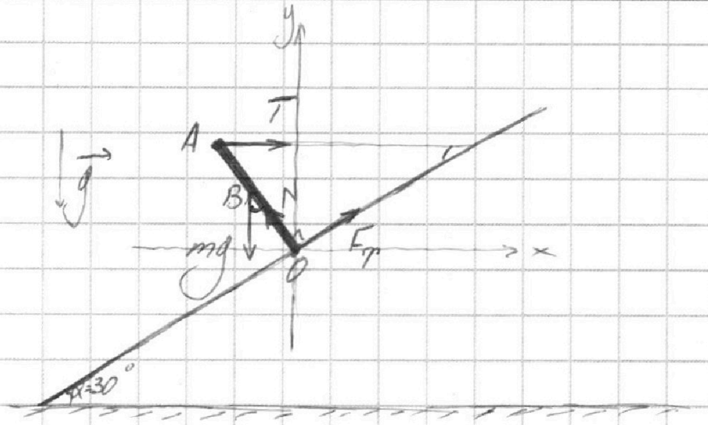
$U = \cancel{0{,}15\sqrt{10}\,м/с} \ 1{,}5\,м/с$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

3.



Стержень однородный $\Rightarrow OB = \frac{1}{2} OA$

Отн. т. O правило моментов для стержня:

$mg \cdot OB \sin\alpha = T \cdot OA \cos\alpha$

$mg = \frac{2T}{tg\alpha} = \frac{2T}{tg 30^\circ}$

$m = \frac{2T}{g \cdot tg 30^\circ} = \frac{2 \cdot 17{,}3 H}{10 \frac{H}{кг} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 17{,}3}{5} кг \approx 6 кг$

II з.Н для стержня на вертикальную и горизонтальную оси:

$\begin{cases} mg = N\cos\alpha + F_{тр}\sin\alpha \\ N\sin\alpha = F_{тр}\cos\alpha + T \end{cases} \Rightarrow \frac{F_{тр}\cos\alpha + T}{mg - F_{тр}\sin\alpha} = tg\alpha$

$N = \frac{F_{тр}\cos\alpha + T}{\sin\alpha}$

$mg\,tg\alpha - F_{тр} \cdot \frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} = F_{тр}\cos\alpha + T$

$2T - T = F_{тр}\left(\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} + \cos\alpha\right)$

$T = \frac{F_{тр}}{\cos\alpha} \Rightarrow F_{тр} = T\cos\alpha = 17{,}3 H \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} =$

$= 15 H$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$F_{тр} \le \mu N$, иначе стержень начнёт скользить.

$$T\cos\alpha \le \mu \cdot \frac{F_{тр}\cos\alpha + T}{\sin\alpha}$$

$$T\cos\alpha \le \mu \cdot \frac{T(\cos^2\alpha + 1)}{\sin\alpha}$$

$$\mu \ge \frac{\cos\alpha \cdot \sin\alpha}{\cos^2\alpha + 1} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{1}{2}}{\frac{3}{4} + 1} = \frac{\sqrt{3}}{7}.$$

Ответ: $m = 6$ кг; $F_{тр} = 15$ Н; $\mu \ge \frac{\sqrt{3}}{7}$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

4.

Масса воды $m = V\rho = 1 кг$.

Мощность нагревателя равна $P_н = \frac{U^2}{R} = \frac{(100 В)^2}{25 Ом} = 400 Вт$

Рассмотрим промежуток времени от 0 до T.

Суммарное кол-во теплопотерь Q за это время равно площади под графиком $P(t)$ (т.к. $dQ = dt \cdot P \Rightarrow Q = t \cdot P$)

$P = kt + P_0$, где $P_0 = 100 Вт$; $k = \frac{(300-100) Вт}{200 с} = 1 \frac{Вт}{с}$

УТБ для воды:

$$Q + cm(t_1 - t_0) = P_н T$$

$$Q = T \cdot \frac{P_0 + P_0 + kT}{2} = T\left(P_0 + \frac{k}{2}T\right) = 180 с \cdot \left(100 Вт + 0{,}5 \frac{Вт}{с} \cdot 180 с\right) =$$

$$= 180 \cdot 190 \ Дж = 34200 Дж$$

$$t_1 = t_0 + \frac{P_н T - Q}{cm} = 16 °C + \frac{400 Вт \cdot 180 с - 180 \cdot 190 Дж}{4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot 1 кг} =$$

$$= 16 °C + \frac{37800 Дж}{4200 \frac{Дж}{кг \cdot °C} \cdot 1 кг} = 16 °C + 9 °C = 25 °C$$

Ответ: $P_н = 400 Вт$; $t_1 = 25 °C$

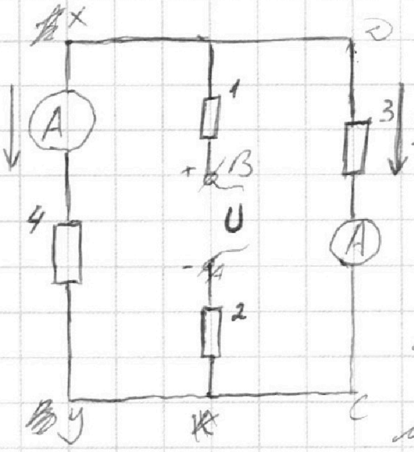
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

5.



Если у резисторов 1 и 2 одинаковое сопротивление, то у 3 и 4 – тоже.

И тогда токи через амперметры окажутся равны из симметрии. отн. AB

Значит, $R_1 \neq R_2$. ~~Пусть, без ограничения~~

Следовательно, $R_4 \neq R_3$, т.е. одно из них – $R=60$ Ом, другое – $r=30$ Ом.

Для контура XYCDX второе правило Кирхгофа:

$iR_4 = IR_3$. Понятно, что если $I > i$, то $R_3 < R_4$.

Пусть, б.о.о., I_1 – это I. Тогда $R_3 = 30$ Ом; $R_4 = 60$ Ом, отсюда i, т.е. I_2, равен $I_1 \cdot \frac{R_3}{R_4} = \frac{1}{2} I_1 = 1$ А.

Найдём P. Поймём, что источник таков, что создаёт напряжение U, и при этом через него проходит ток $I + i = I_1 + I_2 = 3$ А (из I пр. Кирхгофа). ~~$P = IU$~~ $P = (I_1+I_2)U$

II правило Кирхгофа для контура DCABD:

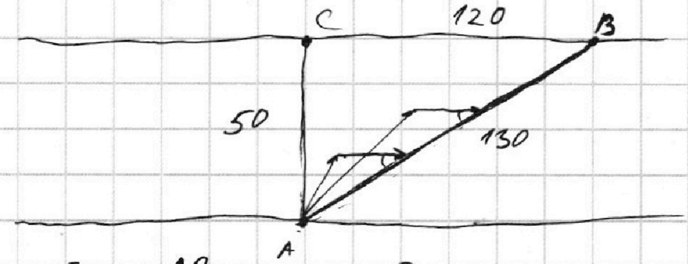
$IR_3 + (I_1+I_2)(R+r) = U$. Действ., по AB течёт ток $I+i = I_1+I_2$ из I правила Кирхгофа; $R_1+R_2 = R+r$, т.к. $R_1 \neq R_2$.

$IR_3 = I_1 r$ => $U =$ ~~60 В~~ 330 В; $P = (I_1+I_2)U = 990$ Вт. Ответ: $I_2 = 1$ А; $P = 990$ Вт.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



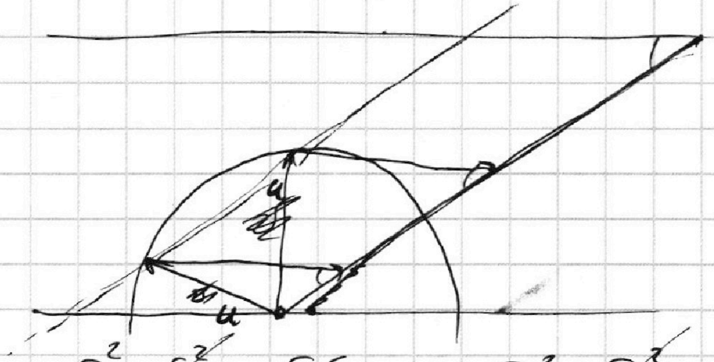
$v_1 = \frac{AB}{t_1}$ $\qquad v_2 = \frac{AB}{t_2}$

4 6

18

12

30



$v_1^2 + v^2 - 2v_1 v\cos\alpha = v_2^2 + v^2 - 2v_2 v\cos\alpha$

$v_1^2 - v_2^2 = 2v\cos\alpha\,(v_1 - v_2)$

$v_1 + v_2 = 2v\cos\alpha$

$v = \frac{v_1 + v_2}{2\cos\alpha}$

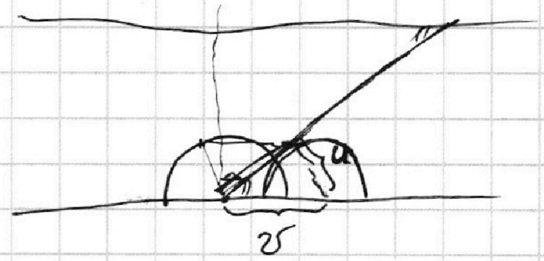
24×24: 96, 48, 576

169×17: 1183, 169, 2873

$5 \cdot 576 =$

$= 2880$

$576 \times 5 = 2880$



$\frac{13^2\cdot 5^2\cdot 24^2 + 13^4\cdot 17^2 - 13^2\cdot 17\cdot 5\cdot 24^2}{5^2\cdot 24^4} =$

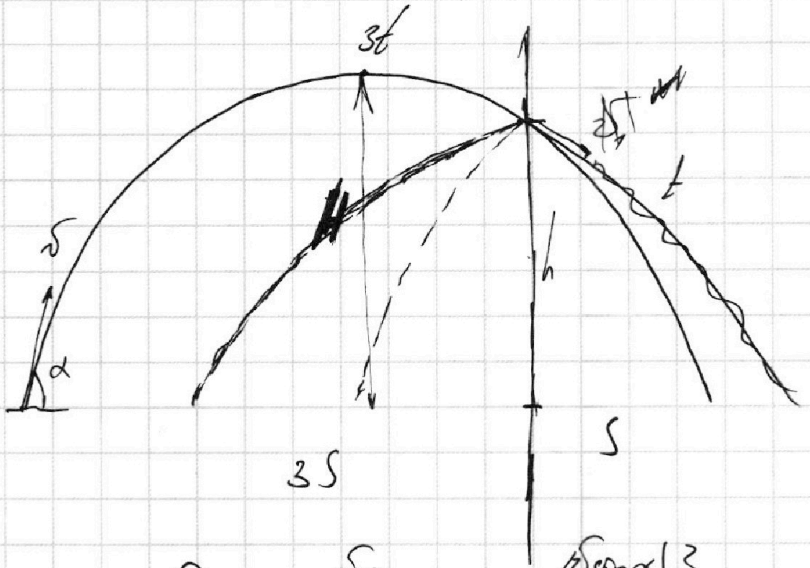
$= \frac{13^2}{5^2\cdot 24^4}\cdot\left(5^2\cdot 24^2 + 13^2\cdot 17^2 - 17\cdot 5\cdot 24^2\right.$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☒ 2 ☒ 3 ☒ 4 ☒ 5 ☒ 6 ☒ 7 ☒

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ



$\sqrt{3}\cdot 10\sqrt{3}=30$

$\sqrt{\frac{5,4}{15}}=$

$=\sqrt{\frac{1,8}{5}}=$

$=\sqrt{\frac{9}{25}}=$

$=\frac{3}{5}=0,6$

$\sqrt{\frac{5,4}{15}}=0,6$

$0,36=\frac{5,4}{15}$

$3,6\cdot 1,5$

$$H=v\sin\alpha\cdot\frac{v\sin\alpha}{g}-g\frac{\left(\frac{v\sin\alpha}{g}\right)^2}{2}=$$

$$=\frac{v^2\sin^2\alpha}{2g},$$

$v\cos\alpha\, t=S$

$h=\cancel{v\sin\alpha}\; v\sin\alpha\cdot 3t-\frac{g\cdot 9t^2}{2}$

$\frac{2v\sin\alpha}{g}=4t$

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

$=15H$

$\frac{0,9}{6}\sqrt{10}=$

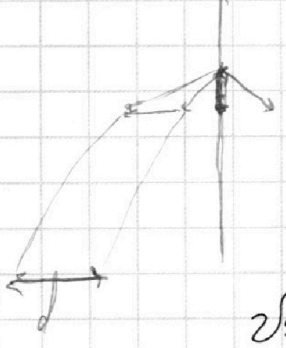
$=0,15$

$v\sin\alpha=2gt$

$h=2gt\cdot 3t-\frac{g\cdot 9t^2}{2}=6gt^2-4,5gt^2=$

$=1,5gt^2$

$t=\sqrt{\frac{h}{1,5g}}$



$v\sin\alpha=2g\cdot\sqrt{\frac{h}{1,5g}}$

$\sqrt{\frac{5,4}{15}}=$

$=\sqrt{\frac{18}{5}}=$

$=\sqrt{3,6}=\sqrt{\frac{36}{10}}=\frac{6}{\sqrt{10}}=3\sqrt{\frac{0,2}{5}}=$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

4.

$\Delta t.$

$$P\Delta t + cm\Delta T = \frac{U^2}{R}\Delta t$$

$$\left(\frac{U^2}{R} - P\right)\Delta t = cm\Delta T$$

$P = kt$

За вр. t

$$\left(\frac{U^2}{R} - kt\right)\Delta t = cm\Delta T$$

$$P_\Sigma + cm\Delta T = \frac{U^2}{R}t$$

$$\cancel{\sum \frac{U^2}{R} - kt}$$

$$P_\Sigma = \frac{P_0 + P_t}{2}\cdot t =$$

$P = kt + b$

$$= \frac{P_0 + P_0 + kt}{2}t =$$

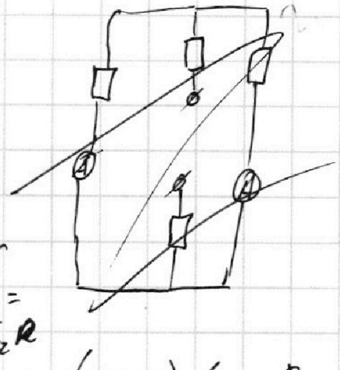
$\Delta t \qquad P\Delta t = (kt + b)\Delta t$

$$= \left(P_0 + \frac{k}{2}t\right)t =$$

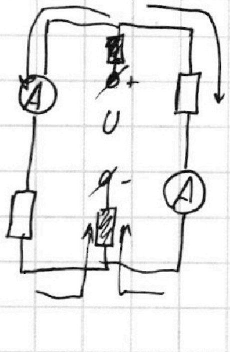
$$= \frac{k}{2}t^2 + P_0 t$$

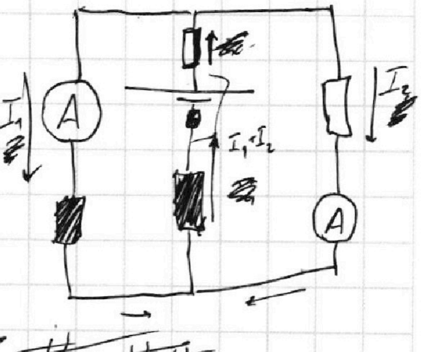
$$\Delta T = \frac{\frac{U^2}{R}t - P_\Sigma}{cm}$$

5.



$I_1 r =$
$= I_2 R$





$$(I_1 + I_2)(R + r) + I_2 R = U$$

$$\underbrace{(I_1 + I_2)(R + r) + I_2 R}_{330\,B} + \underbrace{(I_1 + I_2)}_{3A} r_0 = U$$

$U = 330B + r_0 \cdot 3A$

$$\frac{(U - (I_1 + I_2) r_0)^2}{r_0} =$$

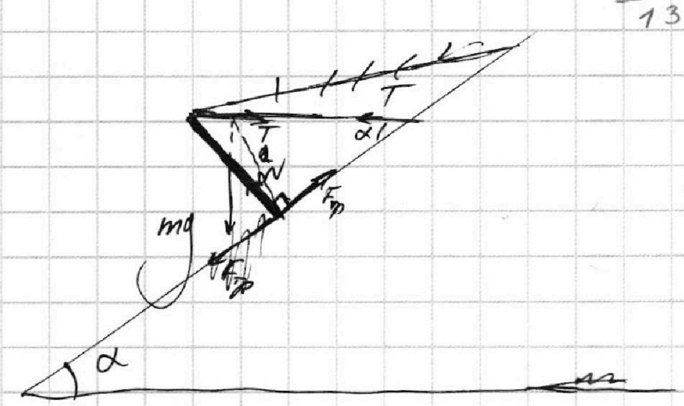
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

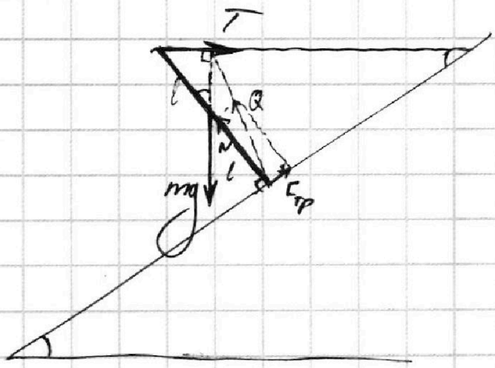
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

$\frac{71}{29} = 2 + \frac{13}{29} \approx 2{,}5$



$120 - 77{,}5 = 42{,}5 \approx 42$



$$mg = N\cos\alpha + F_{тр}\sin\alpha$$

$$T + F_{тр}\cos\alpha = N\sin\alpha$$

$$mg \cdot \cancel{l}\sin\alpha = T \cdot 2\cancel{l}\cos\alpha$$

$$mg\sin\alpha = 2T\cos\alpha$$

$$mg = \frac{2T}{tg\alpha}$$

$37800 = 4200 \cdot 9$

$$\frac{T + F_{тр}\cos\alpha}{mg - F_{тр}\sin\alpha} = tg\alpha$$

$120 - 25\sqrt{10}$

$$2T - F_{тр} \cdot tg\alpha \cdot \sin\alpha = T + F_{тр}\cos\alpha$$

$$T = F_{тр}\left(\frac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} + \cos\alpha\right)$$

$$T = F_{тр} \cdot \frac{1}{\cos\alpha} \qquad F_{тр} = T\cos\alpha.$$

$$N = T + T\cos^2\alpha = T(1+\cos^2\alpha)$$

$$F_{тр} \le \mu N \qquad T\cos\alpha \le \mu T(1+\cos^2\alpha)$$

$$\mu \ge \frac{\cos\alpha}{1+\cos^2\alpha}.$$