Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

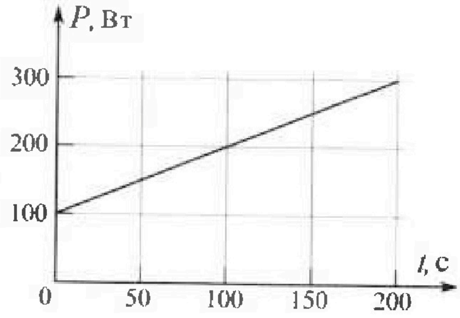
Вариант 09-02

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.

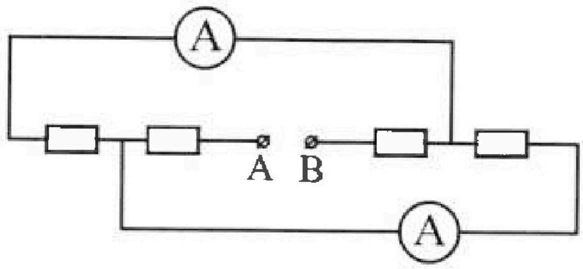
Плотность воды $\rho = 1000$кг/м^3, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг$\cdot^0$C).



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.

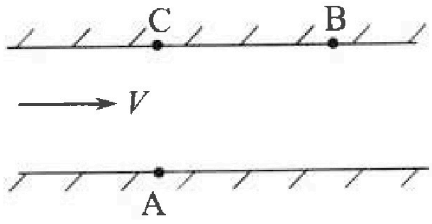
1) Найдите показание I_2 второго амперметра.
2) Какую мощность P развивают силы в источнике?



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 А – точка старта, В – 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 А и движется так, что снос наименьший.

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

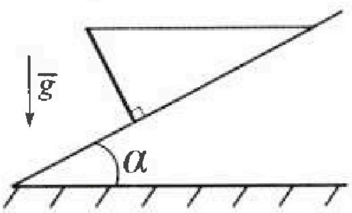
2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте $h = 5{,}4$ м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки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

Задача №1   Дано $AC = 50м$ $CB = 120м$

$t_1 = 100с$ $t_2 = 240с$

Найдём расстояние AB $AB^2 = AC^2 + BC^2$

$\Rightarrow AB^2 = 50^2 + 120^2 = 130^2 \Rightarrow AB = 130$

$V = \frac{AB}{t} \Rightarrow V_1 = \frac{AB}{t_1}$ $V_2 = \frac{AB}{t_2}$

$V_1 = \frac{130}{100} = 1{,}3 м/с$ $V_2 = \frac{13}{24} м/с$

Теперь найдём скорость течения реки.

Проведу как то плывет пусть он будя то приплывает если течения нет. Тогда если течение есть он проплывет на Vt ниже по течению. $\Rightarrow$ Для первых двух заплывов найдём место куда он приплыл бы если бы его не сносило. И запишем т.к. пифагора

~~50²(Vt 120~~

$$\begin{cases} 50^2 + (120 - 100V)^2 = 100V' \\ 50^2 + (120 - 240V)^2 = 240V' \end{cases}$$

Получили систему уравнений на V, V'

$\Downarrow$

$$\begin{cases} 25 + (12 - 10V)^2 = V' \Rightarrow 60 + 2{,}4(12 - 10V)^2 = 2{,}4V' \\ 25 + (12 - 24V)^2 = 2{,}4V' \end{cases}$$

$35 + 2{,}4(12 - 10V)^2 - (12 - 24V)^2 = 0$

$35 + 345{,}6 - 576V + 240V^2 - 144 + 576V - 576V^2 = 0$

$236{,}6 = 336V^2$ $V = \sqrt{\frac{236{,}6}{336}}$

$V' = 25$

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

Задача №1 (Продолжение)

$$\begin{cases} 50^2+(120-100v)^2=100^2v'^2 \\ 50^2+(120-240v)^2=240^2v'^2 \end{cases}$$

$$\Downarrow$$

$$\begin{cases} \frac{1}{4}+(1,2-v)^2=v'^2 \\ \frac{1}{4}+(1,2-2,4)v^2=2,4^2v'^2 \end{cases}$$ Отсюда находится v', v

$$2,4^2\left(\frac{1}{4}+(1,2-v)^2\right)=2,4^2v'^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2,4^2\cdot\frac{1}{4}-\frac{1}{4}+2,4^2\cdot1,2^2-2,4^2\cdot1,2\cdot2v+\cancel{2,4^2v^2}-1,2^2+1,2\cdot2,4v\cdot2-\cancel{2,4^2v^2}=0$$ Сократим всё на $2,4^2$

$$\cancel{\frac{1}{4}}-\frac{1}{4\cdot2,4^2}+1,2^2-2,4v-\cancel{\frac{1}{4}}+v=0$$

$$1,4v=1,2^2+\frac{1}{4\cdot2,4}=\frac{144}{100}+\frac{10}{96}=$$

$$v=\frac{1,44+\frac{10}{96}}{1,4} \qquad v'=\frac{1}{4}+\left(1,2-\frac{1,44+\frac{10}{96}}{1,4}\right)^2$$

Сдвиг минимален когда минимальна величина

$$(v-v_x)\cdot\frac{50}{\sqrt{v'^2-v_x^2}}$$ где $\frac{50}{\sqrt{v'^2-v_x^2}}$ — время чтобы переплыть реку, а $v-v_x$ — скорость с которой будет сносить

Ответ: $v_1=1,3$ м/с $v_2=\frac{13}{24}$ м/с $v=\frac{1,44+\frac{10}{96}}{1,4}$ м/с

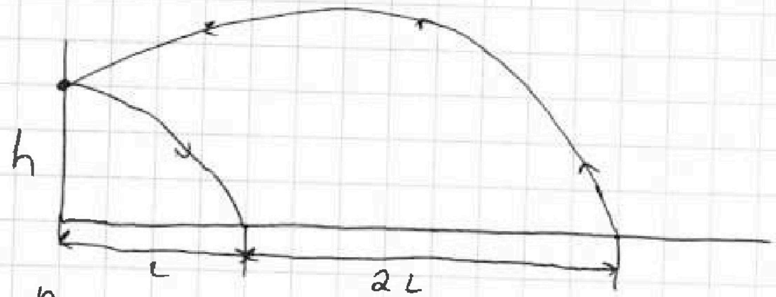
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

Задача №2 Дано $g = 10 м/с^2$ $h = 5,4 м$



Построим траекторию полёта мяча

Два участка дополняют друг друга до параболы, поэтому верхняя точка траектории до соударения с мячом расстояние до падения было бы больше расстояния удара. (парабола симметрична относительно оси проходящей через вершину)

Пусть удар был совершён с скоростью V и углом α

тогда горизонтальная скорость мяча постоянна и равна $V\cos\alpha$

пусть $t = \frac{L}{V\cos\alpha}$ тогда известно, что (формула для равноускоренного движения)

$$\begin{cases} 4t \cdot V\sin\alpha - \frac{g16t^2}{2} = 0 \\ 3t \cdot V\sin\alpha - \frac{g9t^2}{2} = 5,4 м = h \end{cases}$$

$$\Leftarrow \begin{cases} V\sin\alpha\, t - 20t^2 = 0 \\ V\sin\alpha\, t - 15t^2 = 1,8 м \end{cases} \Rightarrow 5t^2 = 1,8 \quad t = \frac{3}{5} с$$

$$V\sin\alpha = 12 м/с$$

Высшая точка параболы достигается спустя $2t$ после начала полёта

(Весь полёт $4t$, максимум в середине $\Rightarrow 2t$ т.к. будущая $4L$, а $t = \frac{L}{V\cos\alpha}$)

$$V\sin\alpha \cdot 2t - 5 \cdot 4t^2 = H$$

$$12 \cdot 2 \cdot \frac{3}{5} - 5 \cdot 4 \cdot \left(\frac{3}{5}\right)^2 = H$$

$$\frac{72}{5} - \frac{36}{5} = H = 7,2 м$$

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

Задача №2 (Продолжение)

После соударения мячу надо будет пролететь ещё l $\Rightarrow$

$\Rightarrow$ пройдет время $t = \frac{3}{5}c = 0{,}6c$

Пусть мяч получил скорость V горизонтальную после

удара со стенкой (движущ) и V' с неподвижной.

тогда расстояние падения $= Vt$ и $V't$ соответственно $\Rightarrow$

$Vt - V't = 1{,}8м$

$\Rightarrow t(V - V') = 1{,}8м \quad \frac{3}{5}(V - V') = 1{,}8м \Rightarrow V - V = 3м/с$

Пусть стенка движется со скоростью U а мяч со

скоростью V' (горизонтал) тогда в системе отсчёта стенки

мяч летит со скоростью $V' + U \Rightarrow$ отскочит $V' + U$ если перейти

обратно в лабораторную систему отсчёта то скорость

мяча станет $V' + 2U$, ~~т.к~~ $\Rightarrow$ разница скоростей

$2U \Rightarrow 2U = V - V' = 3м/с \Rightarrow U = 1{,}5м/с$

Ответ: $H = 7{,}2м$, $t_1 = 0{,}6c$, $U = 1{,}5м/с$

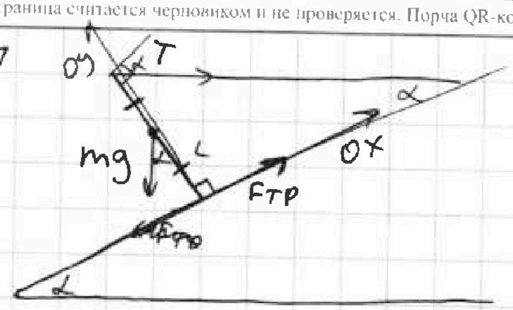
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

Задача №3



Будем считать что $1,73 = \sqrt{3}$

Стержень не вращается вокруг точки опоры ⇒ моменты всех сил скомпенсированы

$$mg\sin\alpha\, l = T\cos\alpha\, 2l \Rightarrow m = \frac{2\cdot T\cos\alpha}{g\sin\alpha} = \frac{2\cdot T}{g}\, ctg\,\alpha$$

$$m = 2\cdot\frac{17,3\,Н}{10\,м/с^2}\cdot\sqrt{3} \quad m = 2\cdot 1,73\cdot\sqrt{3} = 6\,кг$$

Введём оси запишем уравнение равенства сил на оси

$$OX: T\cos\alpha - mg\sin\alpha + F_{тр} = 0$$

$$OY: N - mg\cos\alpha - T\sin\alpha = 0$$

Отсюда $F_{тр} = mg\sin\alpha - T\cos\alpha = 30Н - 15Н = 15Н$

$$N = mg\cos\alpha + T\sin\alpha = \frac{60\sqrt{3}}{2} + \frac{17,3}{2} = \frac{60\sqrt{3}+17,3}{2}\,Н$$

$$\mu = \frac{F_{тр}}{N} \Rightarrow \mu \geq \frac{15\cdot 2Н}{60\sqrt{3}+17,3} = \frac{30}{60\sqrt{3}+17,3} = \frac{3}{7\sqrt{3}}$$

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

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

Задача №4

Дано: $V = 1л$ $\rho = 1000 кг/м^3$ $t_0 = 16°C$ $U = 100В$

$R = 25Ом$ $T = 180с$ $c = 4200 Дж/кг/С°$

Нагреватель электрический для него выполняется закон Джоуля Ленца $P_н = UI = U^2/R = 100^2/25 = 400 Вт$

Посчитаем теплоту, которая будет потеряна за 180с нагрева. Это площадь под данным графиком. Зависимость линейна $y = kx + b$ $b = 100$ т.к при $x = 0$ $kx + b = 100$, $k = 1$ т.к при изменении времени на 100с P меняется на 100Вт

Нас интересует временной промежуток от 0 до 180с

$\Rightarrow Q_1 = \int_0^{180}(x+100)\,dx = \left(\frac{x^2}{2}+100x\right)\Big|_0^{180} = \frac{180^2}{2} + 100\cdot180 - 0$

$= 34200$ Дж (можно посчитать и как площадь трапеции $\frac{a+b}{2}\cdot h$ тогда $S = \frac{(100+100+180)\cdot 180}{2}$ что дает тот же Q)

Посчитаем теплоту которая будет получена за это время

$Q_2 = Pt$ $Q_2 = 400\cdot180 = 72000$ Дж

$\Rightarrow$ Q полученная водой, но не отданная $= Q_2 - Q_1 = 37800$ Дж

Масса воды $V\cdot\rho = 1л\cdot1000 кг/м^3 = 1кг = m$

$m\cdot c\cdot\Delta t = Q_2 - Q_1$ $\Delta t = \frac{Q_2 - Q_1}{mc} = \frac{37800}{4200} = 9$

$\Rightarrow t_1 = t_0 + \Delta t = 16°C + 9°C = 25°C$

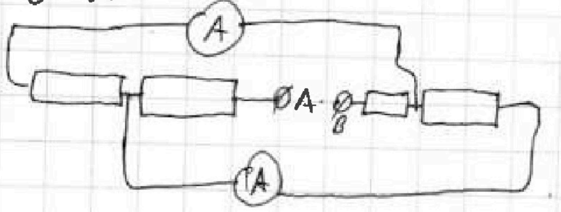
Ответ: $P_н = 400 Вт$ $t_1 = 25°C$

Задача №5

Дано: 4 резистора у двух из них сопротивление $R_1 = 30$ Ом, у двух других $R_2 = 60$ Ом.

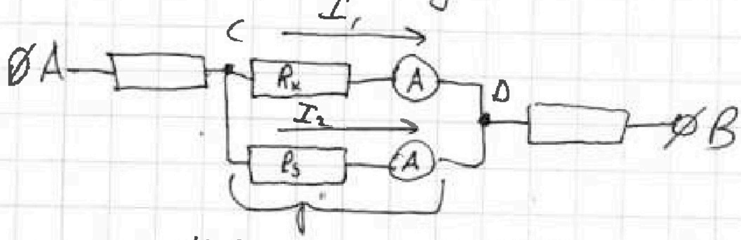
2 амперметра большее из двух показаний $I_1 = 2A$

Схема



Решение.

Перерисуем схему



поменяли местами резистор и амперметр т.к. это не влияет на схему.

Обозначим узлы схемы. Пусть φ_1 — потенциал в C, φ_2 — потенциал в D. Пусть I_1 — ток через верхнюю ветвь (без ограничения общности скажем что он больший из двух) I_2 — через нижнюю. Резистор верхней R_x, нижней R_y

тогда $R_x \cdot I_1 = \varphi_1 - \varphi_2 = R_y \cdot I_2$ $\quad I_1 \neq I_2 \Rightarrow R_x \neq R_y$

$\Rightarrow$ $R_x = R_1$, $R_y = R_2$ т.к. $R = \frac{U}{I}$, а $I_1 > I_2$

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

Задача №5 (продолжение)

$R_x I_1 = R_y I_2 \Rightarrow R_1 I_1 = R_2 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{R_1 I_1}{R_2} = \frac{3 Ом \cdot 2A}{6 Ом}$

$I_2 = 1A$

$P = U \cdot I, \quad U = IR \Rightarrow P = I^2 R$

Найдём мощность на каждом из резисторов.

На верхнем $R_1 \cdot I_1^2$ на нижнем $R_2 \cdot I_2^2$.

Два оставшихся резистора имеют сопротивлен R_1 и R_2

т.к резисторов с R_1 - 2штуки R_2 - 2штуки

Ток текущий через них равен сумме токов I_1, I_2

по закону Кирхгофа

$\Rightarrow$ мощность $(R_1+R_2)(I_1+I_2)^2$

$\Rightarrow$ Суммарная мощность $I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + (I_1+I_2)^2 (R_1+R_2)$

$2^2 A \cdot 3 Ом + 1^2 A \cdot 6 Ом + (1+2)^2 A \cdot (3+6) Ом =$

$= (12 + 6 + 81) Вт = 99 Вт$ (Мощность в схеме = мощность в батарейке)

Ответ: Ток через второй Амперметр $= 1A$ $P = 99 Вт$

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!

МФТИ

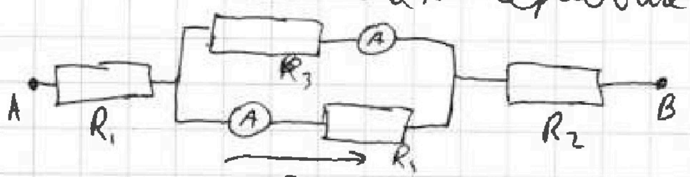
$I_1 \rightarrow$ 2A Черновик

$\frac{1800}{900} = 20$

110

2707

330 · 3



I_2 1A $I_1 > I_2$ $R_3 < R_4$

30 ом 60 ом

$I^2 \cdot R$

$90 \cdot 3^2 + 30 \cdot 2^2 + 60 \cdot 1^2$

$t_0 = 16$ с

$\frac{V - V'\cos\alpha}{V'\sin\alpha} \cdot 50$

$\frac{10000}{25} = 400$ Вт

$0 \rightarrow 180$

$\int_0^{180} (100 + x)\,dx$

378 / 42

378 =

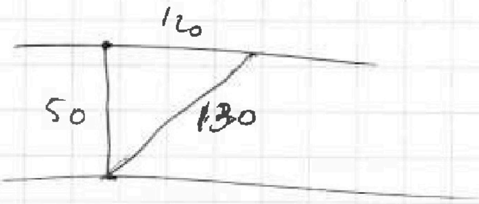
$\frac{180 \cdot (100 + 280)}{2}$

$100x + \frac{x^2}{2} \Big|_0^{180}$

$180 \cdot 100 + \frac{180^2}{2}$

$180 \cdot 180$

18 × 19 = 162 + 18 = 342



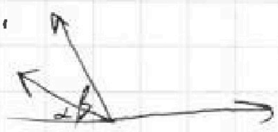
$V \cdot t$

$(130 - Vt)^2 + 50^2 = V't$

$\frac{V - V'\cos\alpha}{V - V'\cos\beta} = \frac{V'\sin\alpha}{V'\sin\beta}$

$2{,}4((130 - 100V)^2 + 50^2) = 240V'$

$(130 - 240V)^2 + 50^2 = 240V'$



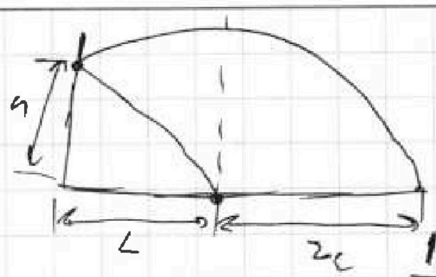
$1{,}4 \cdot 50^2 + 2{,}4(130 - 100V)^2 - (130 - 240V)^2 = 0$

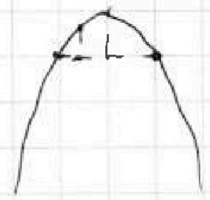
$1{,}4 \cdot 5 + 2{,}4(13 - 10V)^2 - (13 - 24V)^2$

$(169 - 260V + 100V^2)2{,}4 - (169 -$

Черновик

$144 \times 24 = 576 + 288 = 3476$





$\frac{118,3}{188}$

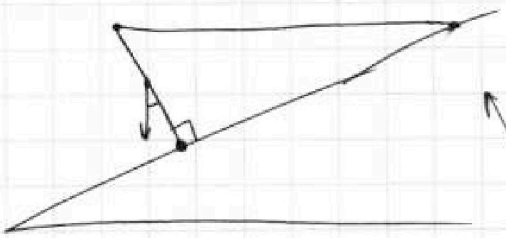
$V\cos\alpha$

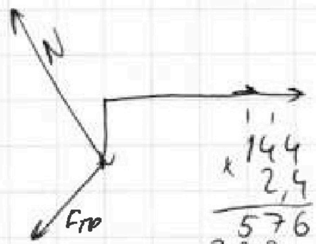
$V\sin\alpha$

$V\sin\alpha\, t - \frac{gt^2}{2} = 5,4\text{м}$ $\quad 4L$

$V\cos\alpha\, t = L$ $\quad$ ~~10,8м~~

7,2м $\quad a_x$ $\quad \frac{5t^2}{2} = 7,2$





$mg\sin\alpha = \frac{1}{2}T$

$144 \times 2,4 = 576 + 288 = 345,6$

$24 \times 24 = 96 + 48 = 576$

$U\sin\alpha \cdot 4t - 5 \cdot 16t^2 = 0$

$U\sin\alpha \cdot 3t - 5 \cdot 9t^2 = 5,4$

$4Vt - 80t^2 = 0$ $\quad 12 \cdot 2 \cdot \frac{3}{5} - 20 \cdot \frac{3}{5}^2$

$24 \cdot 12 \cdot 2$

$144 \cdot 4 = 576$

$Vt - 20t^2 = 0$ $\quad \frac{72}{5} - \frac{36}{5} = \frac{36}{5} = 7,2\text{м}$

$V = 20t$

$3Vt - 45t^2 = 5,4$

$20t^2 - 15t^2 = 1,8$

$5t^2 = 1,8 \quad t^2 = \frac{9}{25} \quad t = \frac{3}{5}$

$(V - V') \cdot \left(\frac{50}{V''}\right)$ $\quad \frac{(V - V_x) \cdot 50}{\sqrt{V'^2 - V_x^2}}$

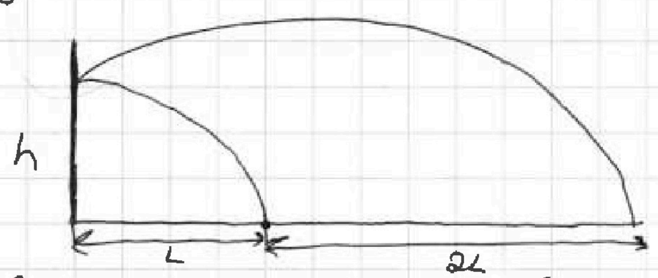
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Задача №2 $h = 5,4$м   Черновик



Нарисуем траекторию полёта снега.

Заметим что горизонтальная скорость снега все время полёта (в начале при скорости удара V и углом α $V\cos\alpha$)
Всего снег пролетел $4L$ => на пролёт L нужно $\frac{1}{4}$ от всего времени. Заметим, что 2 части траектории являются друг другу до параболы. Высота на которую поднялся зависит от времени как $\underbrace{V\sin\alpha}_{V_{верт}\ начальная}\, t - \frac{g t^2}{2}$

формула равноускоренного движения

Высшая точка параболы в её вершине, то есть в середине полёта => пусть t_2 время до соударения тогда в вершине он будет в момент $2t_1$

$$V\sin\alpha\, t_2 - \frac{10 t_2^2}{2} = 5,4м$$

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!

~~$v^2\sin\alpha^2+(v-v\cos\alpha)^2=1{,}3$~~ Черновик

~~$v^2\sin^2\beta+(v-v\cos\beta)^2=\frac{13}{24}$~~

$50^2+(100v-120)^2=100^2v'^2$ $25+(10v-12)^2=v'$

$50^2+(240v-120)^2=240v'$ $25+(24v-12)^2=2{,}4v'$

~~$\frac{1}{4}+(v-1{,}2)^2=v'^2$~~

$\frac{1}{4}+(2{,}4v-1{,}2)^2=2{,}4v'^2$

$$\begin{cases}50^2+(120-100v)^2=100^2\cdot v'^2 \\ 50^2+(120-240v)^2=(240)^2\cdot v'^2\end{cases} \Rightarrow \begin{matrix}\frac{1}{4}+(1{,}2-v)^2=v'^2 \\ \frac{1}{4}+(1{,}2-2{,}4v)^2=2{,}4^2v'^2\end{matrix}$$

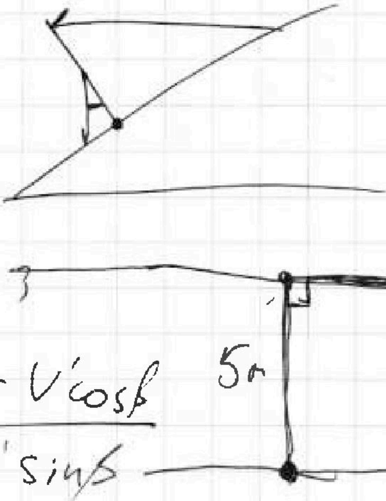
~~$\frac{13}{5}+2{,}4(1{,}2-v)^2=2{,}4^2v'^2$~~ $3{,}4=\frac{12}{5}$

$\frac{36}{25}+2{,}4^2(1{,}2-v)^2=2{,}4^2v'^2$ $v_x^2+v_y^2=$

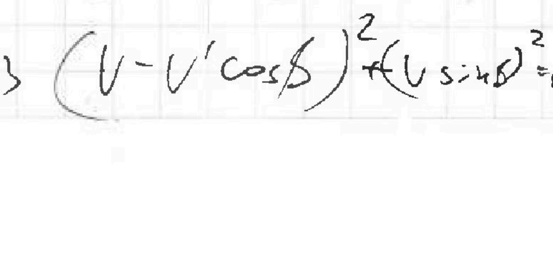
$\frac{1}{4}+(1{,}2-2{,}4v)^2=2{,}4^2v'^2$ $\frac{180^2}{2}+18000$

$\frac{143}{100}+\frac{37100}{6290}$ $\frac{180}{5}$ 16200

$\frac{189}{21}$ 34200



$\frac{1{,}8}{96}=$



$$\frac{v-v'\cos\alpha}{v'\sin\alpha}=\frac{v-v'\cos\beta}{v'\sin\beta}$$

$(v-v'\cos\alpha)^2+(v'\sin\alpha)^2=1{,}3$ $(v-v'\cos\beta)^2+(v\sin\beta)^2=\frac{13}{24}$