

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-01

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

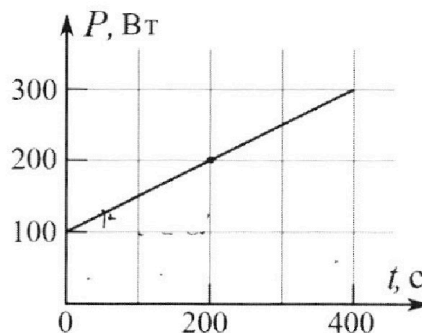
4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $\tilde{t}_0 = 14^\circ\text{C}$, объем воды $V = 2$ л. Сопротивление спирали электроплитки $R = 20$ Ом, сила тока в спирали $I = 5$ А.

Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

1) Найдите мощность P_H нагревателя.

2) Через какое время T после начала нагревания температура воды станет равной $\tilde{t}_1 = 25^\circ\text{C}$?

Плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³, удельная теплоемкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C).

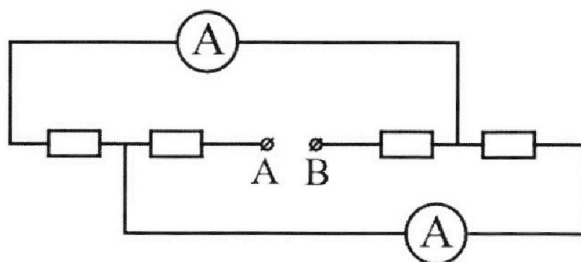


5. В электрической цепи, схема которой представлена на рисунке, четыре резистора, у двух из которых сопротивление по 20 Ом, у двух других сопротивление по 40 Ом. Сопротивление амперметров пренебрежимо мало.

После подключения к клеммам А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Меньшее показание $I_1 = 1$ А.

1) Найдите показание I_2 второго амперметра.

2) Найдите напряжение U источника.





Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 09-01

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 $AC = d = 70$ м, снос, т.е. расстояние, на которое пловец смещается вдоль реки к моменту достижения противоположного берега, $CB = L = 240$ м.

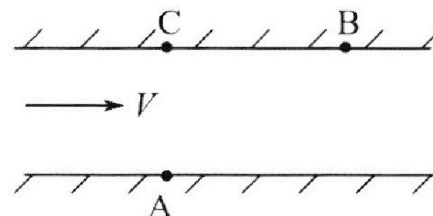
Продолжительность первого заплыва $T_1 = 192$ с, продолжительность второго заплыва $T_2 = 417$ с.

1) Найдите скорости V_1 и V_2 пловца в лабораторной системе отчета в первом и втором заплывах.

2) Найдите скорость U пловца в подвижной системе отсчета, связанной с водой.

В третьем заплыве пловец стартует из точки А и движется так, что снос минимальный.

3) Найдите продолжительность T третьего заплыва.



2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой мяч падает на площадку. Наибольшая высота, на которой находится мяч в полете, $H = 16,2$ м.

Расстояние от точки старта до стенки в 5 раз больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

1) На какой высоте h происходит соударение мяча со стенкой?

2) Найдите продолжительность t_1 полета мяча от старта до соударения со стенкой.

Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте h , стенка движется навстречу мячу со скоростью $U = 2$ м/с.

3) Найдите расстояние d между точками падения мяча на площадку в случаях: стенка покоится, стенка движется.

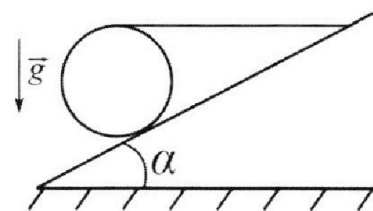
Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Сопротивление воздуха пренебрежимо мало. Соударения мяча со стенкой абсолютно упругие. Траектории мяча лежат в вертикальной плоскости перпендикулярной стенке.

3. Однородный шар массой $m = 3$ кг удерживается на шероховатой наклонной плоскости горизонтальной нитью, прикрепленной к шару в его наивысшей точке. Наклонная плоскость образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$.

1) Найдите силу T натяжения нити.

2) Найдите силу $F_{тр}$ трения, действующую на шар.

3) При каких значениях коэффициента μ трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².





На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

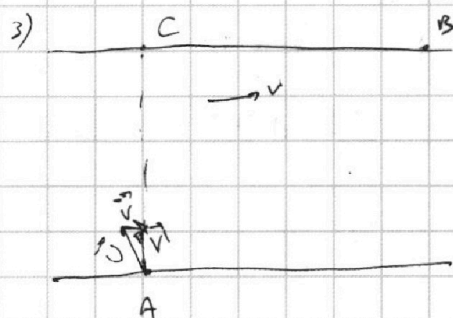
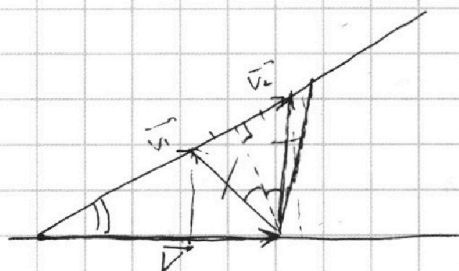
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$\Leftrightarrow V = \sqrt{\frac{d^2}{T_2^2} + \frac{(T_1 + T_2)^2 \rho}{4(T_1 T_2)^2}} = \frac{1}{2T_1 T_2} \sqrt{4T_1^2 d^2 + T_1^2 \rho + 2T_1 T_2 + T_2^2 \rho}$$



$$V' = \sqrt{V^2 + V_2^2}$$
$$T = \frac{d}{\sqrt{V^2 + V_2^2}}$$

Реш: 1) $V_1 = \frac{125}{86} \frac{m}{c}$ $V_2 = \frac{40}{417} \frac{m}{c}$

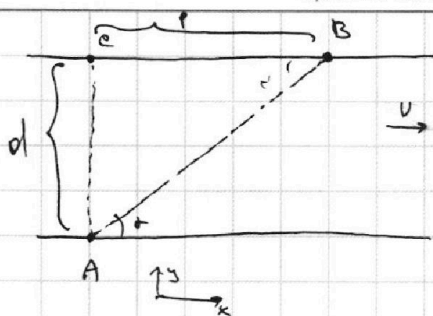
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) Находим расстояние $AB = S$ по теореме Пифагора:

$$S = \sqrt{v^2 + d^2} = \sqrt{4500 + 57600} = \sqrt{62500} = 250 \text{ м}$$

$$V_1 = \frac{S}{T_1} = \frac{250 \text{ м}}{1.82 \text{ с}} = \frac{125}{0.91} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_2 = \frac{S}{T_2} = \frac{250 \text{ м}}{4.17 \text{ с}} = \frac{125}{2.085} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2) Рассмотрим одно из направлений

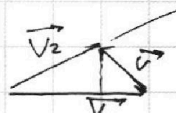
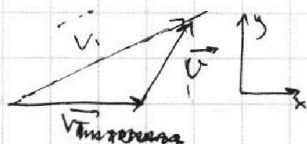
находим $V_x = \frac{d}{T_1}$

По 2-му направлению:

$$V_x' = \frac{d}{T_2}$$

$$V_y = \frac{p}{T_1} - V$$

$$V_y' = \frac{p}{T_2} + V$$



~~$$V_x + V_y' = \frac{d}{T_1} - \frac{d}{T_2} = \frac{T_2 d - d T_1}{T_1 T_2} = d \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}$$

$$V_y - V_y' = \frac{p}{T_1} + V - \frac{p}{T_2} - V = p \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2}$$

$$T_1 T_2 = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{V_x'^2 + V_y'^2}$$~~

$$V_y - V_y' = \frac{p}{T_1} - V - \frac{p}{T_2} - V = p \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} - 2V = \Delta V_y \Rightarrow \Delta V = \frac{p \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} - \Delta V_y}{2}$$

$$\Delta V_y = \Delta V \cos \alpha = (V_1 - V_2) \cos \alpha \Rightarrow \Delta V_y = \frac{(V_1 - V_2) p}{S} = \frac{(\frac{d}{T_1} - \frac{d}{T_2}) p}{S} \quad \text{---}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \cdot p = 2V \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \frac{(T_2 - T_1) p}{2 T_1 T_2}$$

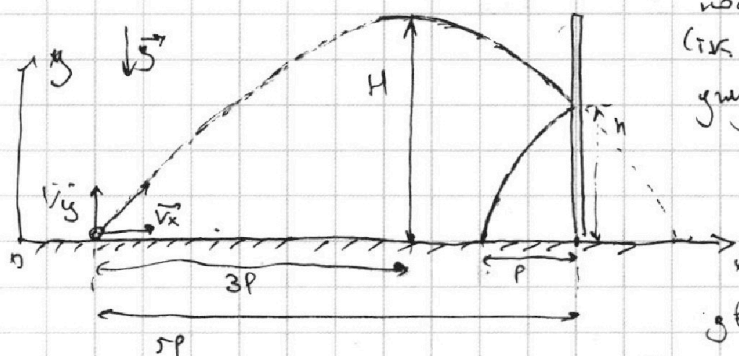
$$V_y' = \frac{p}{T_2} + \frac{(T_2 - T_1) p}{2 T_1 T_2} = \frac{2 T_1 p + T_2 p - T_1 p}{2 T_1 T_2} = \frac{(T_1 + T_2) p}{2 T_1 T_2} \Rightarrow$$

$$V_x = \frac{d}{T_2}$$

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!

Задача 2.



1) Т.к. удар абсолютно упругий, после соударения со стенкой (т.к. угол "падения" будет равен углу отражения), то траектория полета мяча будет выглядеть как "симметричная" относительно части параболы, по которой движется мяч, которая находится "за стенкой" — если бы стенки не было."

⇒ при отсутствии стенки, ~~полет~~ перемещение мяча по О.Х. было бы $5R + R = 6R$, где R — расстояние от стенки до т. падения.

2) Разложим начальную скорость мяча по 2-м осям: V_x и V_y , тогда $H = \frac{V_y^2}{2g}$ (наивысшая точка будет находиться "до стенки", т.к. стенка находится за вершиной параболы (с координатой по $x = 3R$))

$$V_y = \sqrt{2gH}$$

$$V_y(t) \cdot V_y - gt = 0 \quad \text{— т.к. верхняя т. траектории} \quad \left| \Rightarrow V_y = gt = \sqrt{2gH} \right| \Rightarrow$$

↑
время полета до "вершины"

$$\Rightarrow t = \frac{\sqrt{2gH}}{g} = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{3R}{V_x}$$

$$3) \text{ До стенки: } t' = \frac{5R}{V_x} \Rightarrow \frac{t'}{t} = \frac{5R}{V_x} \cdot \frac{V_x}{3R} = \frac{5}{3} \Rightarrow t' = \frac{5}{3}t$$

⇒ от момента времени, когда мяч в верхней т. траектории до удара со стенкой:

$$\Delta t = t' - t = \frac{5}{3}t - t = \frac{2}{3}t = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}$$

$$4) h = H - \frac{g(\Delta t)^2}{2}, \text{ т.к. } V_y' = 0 \quad \left| \Rightarrow h = H - \frac{g \cdot \left(\frac{2}{3}\sqrt{\frac{2H}{g}}\right)^2}{2} = H - \frac{g \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{2H}{g}}{2} = H - \frac{4}{9}H = \frac{5}{9}H$$

$$\Rightarrow H - \frac{4}{9}H = \frac{5}{9}H = \frac{5}{9} \cdot 16,2 \text{ м} = (4,5) \text{ м} = \underline{\underline{9 \text{ м}}}$$

$$5) t_1 = \frac{5}{3}t = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2}{10}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{32,4}{10}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{3,24} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{5}{3} \cdot 1,8 = \underline{\underline{3 \text{ с}}}$$

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!

8) Если сценка движется:

в момент 30 удара: переходим в С.О. стенки

$$V_x' = V_x + U$$

$$V_y' = V_y, \text{ где } V_{y1} = V_y - gt_1$$

$\Rightarrow$

$\Rightarrow$ после удара о стенку, модуль скорости по x и по y не изменится (изменится только направление V_x'), при переходе в С.О. Земли:

$$V_x'' = V_x + 2U$$

$$V_y'' = V_y' \quad \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ т.к. V_y'' будет такой же, как в начале с покоящейся стенкой, оставшееся время полета не изменится, изменится только перемещение (модуль) по о.х. t_2 - "оставшееся" время полета

$$l = V_x t_2$$

$$l' = (V_x + 2U) t_2 \quad \Rightarrow \quad \frac{l'}{l} = \frac{V_x + 2U}{V_x} \cdot \frac{t_2}{t_2} = 1 + \frac{2U}{V_x} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = l' - l = (V_x + 2U) t_2 - V_x t_2 = 2U t_2$$

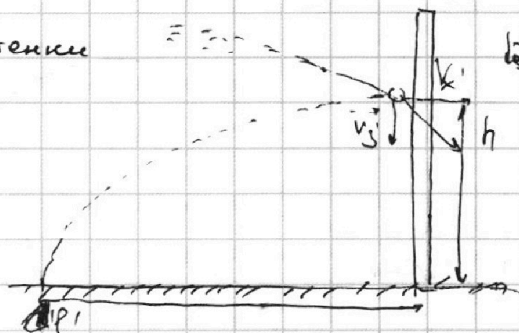
$$t_2 = 2t - t_1 \quad (\text{из п. 3}) = 2t - \frac{5}{3}t = \frac{t}{3} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = \frac{2U \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}}}{3} = \frac{2 \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 16,2 \text{ м}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}}}}{3} = \frac{2 \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 1,8 \text{ с}}{3} = 2,4 \text{ м}$$

Ответ: 1) $h = 3 \text{ м}$

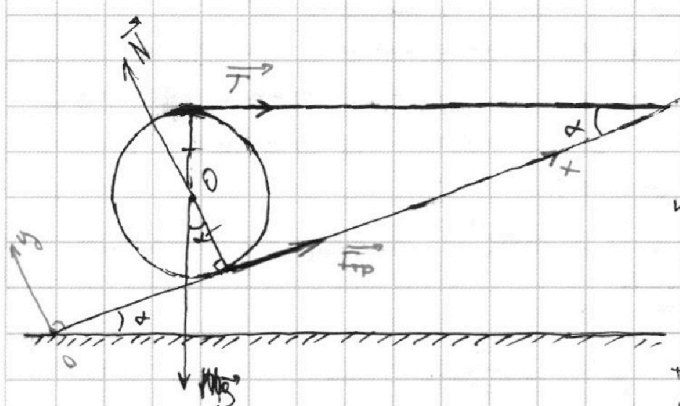
2) $t_1 = 3 \text{ с}$

3) $d = 2,4 \text{ м}$



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!



1) Т.к. тело покоится, распишем $\sum \vec{F} = 0$

$$\vec{N} + \vec{F}_{\text{тр}} + \vec{T} + m\vec{g} = \vec{0}$$

Введем оси, где x параллельна
наклонной плоскости, а $y \perp OX$:

распишем проекции на оси:

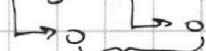
$$Ox: mgs \sin \alpha = T \cos \alpha + F_{\text{тр}}$$

$$Oy: mg \cos \alpha + T \sin \alpha = N$$

$$\begin{aligned} \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha &= 1 \Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,6^2} = \sqrt{0,64} = 0,8 \\ &\text{— выбор косинуса } \alpha \end{aligned}$$

2) Распишем правило моментов для относительно O — центра шара:

$$M_{F_{\text{тр}}} + M_{mg} + M_N + M_T = 0$$



т.к. линии действия сил проходят через O

$\Rightarrow F_{\text{тр}} \cdot R = T \cdot R$, где R — расстояние от O , при котором сила g $\perp OX$

$\Rightarrow F_{\text{тр}} = T$ — подставляем $T = F_{\text{тр}}$ в 3-е уравнение на Ox :

$$mgs \sin \alpha = T \cos \alpha + T \Rightarrow T(\cos \alpha + 1) = mgs \sin \alpha \Rightarrow T = \frac{mgs \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$T = \frac{3 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,6}{1 + 0,8} = \frac{30 \cdot 0,6}{1,8} = \frac{30}{3} \text{ Н} = 10 \text{ Н}$$

2) из п.3 $T = F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$

4) $F_{\text{тр}} = \mu N$, подставляем в формулу выражение для N из проекции на Oy :

$$F_{\text{тр}} = \mu(mg \cos \alpha + T \sin \alpha) \Rightarrow \mu \geq \frac{F_{\text{тр}}}{mg \cos \alpha + T \sin \alpha} \quad \text{с}$$

$$\text{с) } \frac{10 \text{ Н}}{3 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,8 + 10 \text{ Н} \cdot 0,6} = \frac{10}{24 + 6} = \frac{10}{30} = \frac{1}{3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \mu \geq \frac{1}{3}$$

Ответ: 1) $T = 10 \text{ Н}$ 2) $F_{\text{тр}} = 10 \text{ Н}$ 3) $\mu \geq \frac{1}{3}$.

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

2) когда температура станет: $T_1 = 25^\circ\text{C}$:

$$(4) P_3 = \alpha (T_1 - T_1')$$

$$T_1 = \frac{P_n \cdot T - Q_n}{\mu C_B} + T_0$$

Делим ур-не (4) на ур-не (1)

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{T_1 - T_1'}{T_0 - T_1'}$$

График скорости имеет вид: $P = 100 + 0,5t$

Площадь под графиком (потери Q_n многого не)

$$Q = \frac{Pt}{2} = \frac{100t + 0,5t^2}{2} = \frac{200t + t^2}{4}$$

$$T_0 - T_1 = 25 - 14 = 11^\circ\text{C} \cdot 1,4$$

$$P_n t - Q = \mu C_B \Delta T \Rightarrow P_n t - \frac{200t + t^2}{4} = \mu C_B (T - T_0) \rightarrow$$

$$\Rightarrow 1426T - 200T + T^2 = 4 \cdot 2 \cdot 4200 \cdot 11$$

$$T^2 + 1226T - 33600 = 0$$

$$D = 1504476 - 134400 = 1370076$$

$$T = \frac{\sqrt{1370076} - 1226}{2} = \sqrt{342519} - 613 \approx$$

~~1426~~

Ответ: 1) $P_n = 1426 \text{ Вт}$. 2) $T = (\sqrt{342519} - 613)^\circ\text{C}$

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!

1) Тепловые потери P зависят от разности температур как: $P = \alpha(T - T_0)$, где T_0 - температура окружающей среды.
из графика в момент времени $t = 0$ с $T = T_0 = 14^\circ\text{C}$ график

$$(1) \Rightarrow P_1 = \alpha(T_0 - T_1') \Rightarrow \text{подставляем значения: } 100 = \alpha(14 - T_1')$$

рассмотрим момент времени t_2 , когда $P = 200$ Вт, $t = 200$ с.

$$(2) P_2 = \alpha(T_2 - T_1')$$

$$\Rightarrow P_H - Q_n = MC_p T_1' \Rightarrow \Delta T = \frac{P_H \cdot t - Q_n}{MC_p} = T_2 - T_0 \Rightarrow T_2 = \frac{P_H \cdot t - Q_n}{MC_p} + T_0$$

Значит граф (2) по графу (1):

$$Q_n = 30 \text{ кДж}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\alpha(T_0 - T_1')}{\alpha(T_2 - T_1')} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_0 - T_1'}{T_2 - T_1'}, \text{ подставляем значения:}$$

$$M = \rho V$$

$$\frac{100}{200} = \frac{14 - T_1'}{\frac{200 P_H - 30000}{2 \cdot 4800} - T_1'} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{14 - T_1'}{T_2 - T_1'} \Rightarrow T_2 - T_1' = 28 - T_1'$$

$$T_2 = 28 - T_1' \Rightarrow T_1' = 28 - T_2$$

аналогично для моменты времени 400 с и 300 Вт:

$$P_3 = \alpha(T_3 - T_1') \Rightarrow \frac{P_H \cdot t - Q_n}{MC_p} + T_0$$

$\Rightarrow$

$$\frac{P_3}{P_1} = \frac{\alpha(T_3 - T_1')}{\alpha(T_0 - T_1')}, \text{ подставляем значения: } \frac{400}{100} = \frac{T_3 - T_1'}{14 - T_1'} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T_3 - T_1' = 4(14 - T_1') \Rightarrow T_1' = \frac{56 - T_3}{3}$$

$$\Rightarrow 28 - T_2 = \frac{56 - T_3}{3} \Rightarrow 84 - T_2 = 56 - T_3 \Rightarrow T_3 - T_2 = 28$$

$$\frac{P_H \cdot 400 - 80000}{2 \cdot 4800} + 14^\circ\text{C} = \left(\frac{P_H \cdot 200 - 30000}{2 \cdot 4800} + 14^\circ\text{C} \right) + 28$$

$$P_H - 50000 = 28 \cdot 4800 + 200$$

$$P_H - 200 = 14 \cdot 84$$

$$P_H = 14 \cdot 84 + 200 = 1426 \text{ Вт}$$

1426 Вт

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

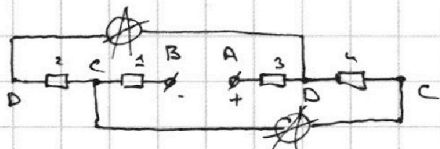
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

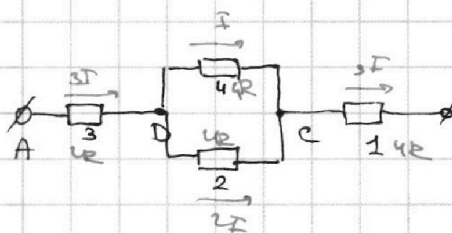
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

1) $R_1 = 20 \text{ Ом} = 2R$, где $R = 10 \text{ Ом}$
 $R_2 = 40 \text{ Ом} = 4R$, где $R = 10 \text{ Ом}$
 $I_A = 1 \text{ А}$



2) т.к. $R_A \ll R$, можно "замкнуть"
 амперметр на идеальных проводниках
 Расставим (визуальное название)
 узлы цепи, так же пронумеруем все
 резисторы

3) Перерисовываем схему без Ампер-
 ров:



3) в условии сказано,
 что амперметр показывает
 разные значения токов,

следовательно $R_{in} \neq R_{out}$, т.к.

итого схема была бы симметричной,

а показания амперметров одинаковы $\Rightarrow R_{in} = 2R$

$$R_2 = 4R$$

$$R_3 = 2R$$

$$R_1 = 4R$$

$\Rightarrow$ расставляем токи в цепи

(пусть zero, 200 резистор имеет

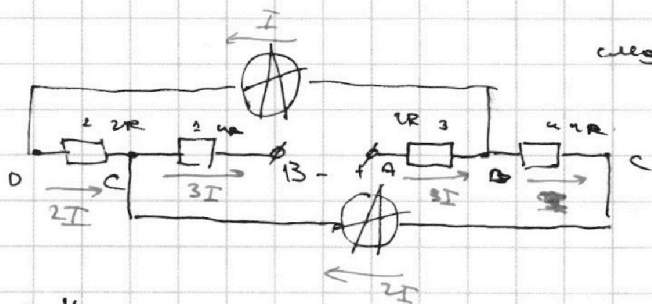
ток $2I$) и переносим их на

исходную схему: откуда находим токи в амперметрах

Меньший ток будет в "верхней" амперметре,

$$\text{следовательно } I = 1 \text{ А} = \frac{I_A}{2}$$

$$\Rightarrow I_{A2} = 2I = 2 \text{ А}$$



4) Найдём напряжение источника, как разность потенциалов между точками
 A и B

$$\varphi_A - \varphi_B = U = 2R \cdot 3I + 4R \cdot I + 3R \cdot 4I = 6RI + 4RI + 12RI = 22RI$$

$$U = 22RI = 22 \cdot 10 \text{ Ом} \cdot 1 \text{ А} = 220 \text{ В}$$

Ответ: $I_{A2} = 2 \text{ А}$; $U = 220 \text{ В}$.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7
☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

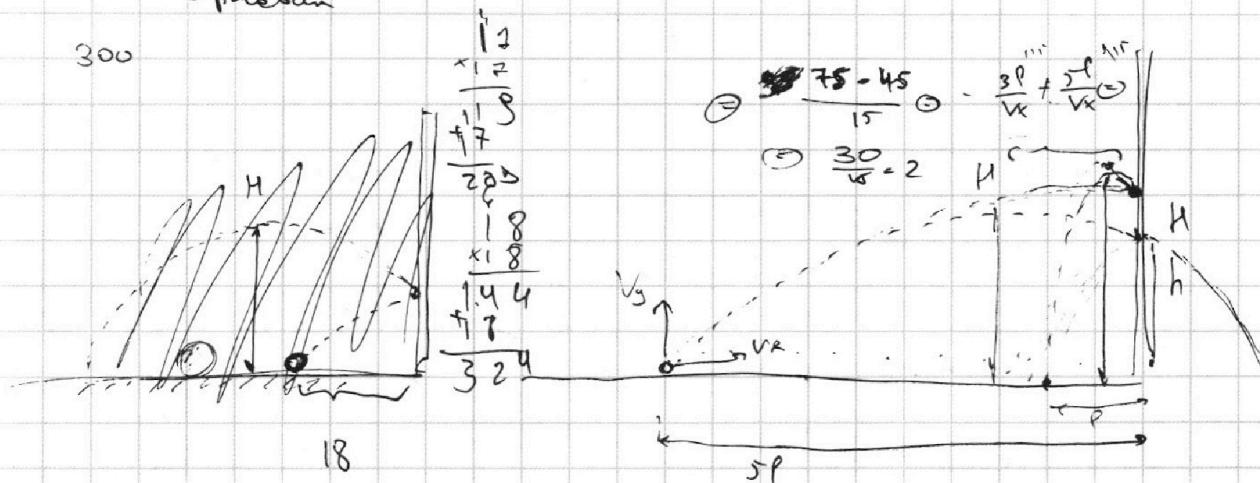
МФТИ

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



Черновик

300



$$5P = V_x t$$

$$V_y' =$$

$$h = V_y t - \frac{gt^2}{2}$$

$$V_y' = V_y - gt$$

без учета высоты бросает GP

$$H = \frac{V_y^2}{2g} \Rightarrow V_y = \sqrt{2gH}$$

$$t_{30H} = t_1 = \frac{5P}{V_x} = 0.6t$$

$$t_2 = \frac{5P}{V_x} = t$$

$$0.6V_y = \frac{0.6gt}{2}$$

$$V_y = gt \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{V_y}{g} = \frac{V_x \cdot 82100}{105200} = \frac{4}{103200}$$

$$\frac{5P}{V_x} - \frac{3P}{V_x} = \frac{75 - 45}{15} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{30}{15} = 2$$

$$(100 + 0.5T)T = \frac{100T + 0.5T^2}{2}$$

117

$$25 = \frac{P_{\text{н.т}} - 50T + 0.25T^2}{\text{мкс}} + 14$$

$$103200 = 1176T - 50T + 0.25T^2$$

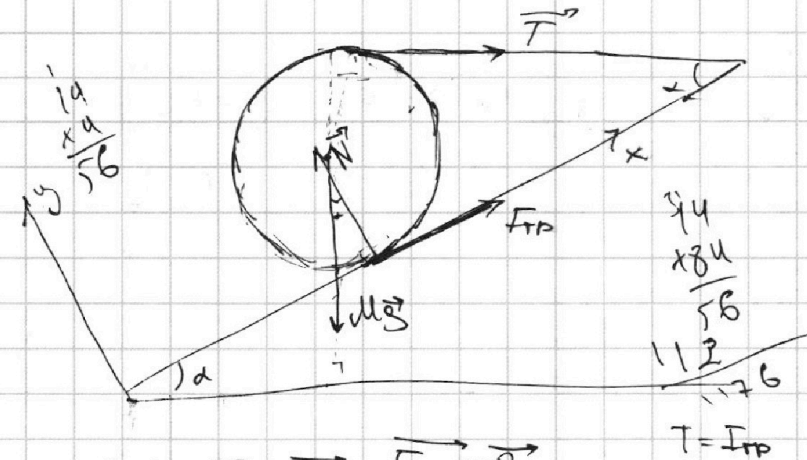
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$\vec{T} + \vec{N} + \vec{Mg} + \vec{F}_{\text{тр}} = 0$$

$$o.x: Mg \sin \alpha = F_{\text{тр}} + T \cos \alpha$$

$$o.y: N = Mg \cos \alpha + T \sin \alpha =$$

$$Mg \sin \alpha = T + T \cos \alpha = T(1 + \cos \alpha) = T \cdot \frac{4}{3} = Mg \cdot \frac{2}{3}$$

$$T_{\text{тр}} = \mu N$$

$$T = \frac{Mg}{3} = \underline{\underline{10 \text{ Н}}}$$

кажд 200 Б., 200с

$$200. P_{\text{ит}} = 20000 \text{ Б.} = C_{\text{ит}} t$$

$$P_{\text{ит}} = \frac{C_{\text{ит}} t + P_1}{t} =$$

$$\frac{C_{\text{ит}} t}{t} + \frac{P_1}{t} = \frac{C_{\text{ит}} t}{t} + d(t - t_0)$$

100:

$$d(14 - t_0) = 100$$

200:

$$d(28 - t_0) = 200$$

$$\rightarrow \frac{200(P_{\text{ит}} + 30000)}{M_{\text{ит}}}$$

$$d \cdot 14 - t_0 \cdot d = 100$$

$$\frac{14 - t_0}{t_0 - t_0} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\frac{28 - 2t_0}{t_0 - t_0} = 1 \Rightarrow 28 - 2t_0 = t_0 - t_0$$

$$t_0 = 28 - t_0$$

$$\begin{array}{r} 13212 \\ 862 \\ 482 \\ 242 \\ 122 \\ 62 \\ 33 \\ 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 86 \\ 4171 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 33600 \\ 154400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1370076 \\ 12 \\ 17 \\ 16 \\ 10 \\ 8 \\ 31 \end{array}$$

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!

Черновик.

$$d = 70 \text{ м}$$

$$l = 240 \text{ м}$$

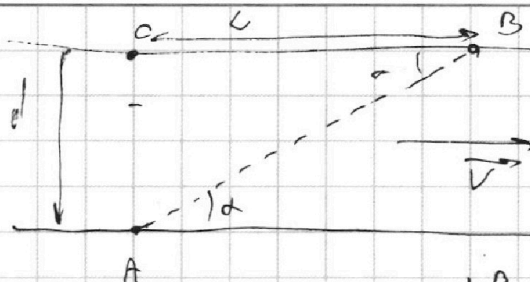
$$T_1 = 182 \text{ с}$$

$$T_2 = 417 \text{ с}$$

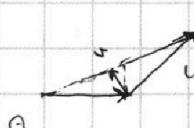
$$V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{R}{T_1} \quad \text{---}$$

$$\text{---} \frac{250 \text{ м}}{182 \text{ с}} = \frac{15}{86}$$

$$V_2 = \frac{250 \text{ м}}{417 \text{ с}} \quad \text{---}$$



$$\begin{array}{r} 150 \\ 1200 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 57600 \\ + 4800 \\ \hline 62500 \end{array}$$

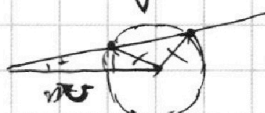


$$AB = \sqrt{l^2 + d^2} \quad \text{---}$$

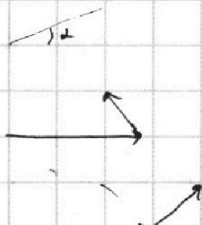
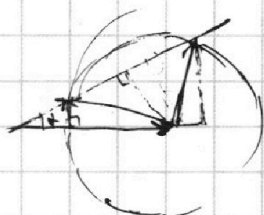
$$\text{---} \sqrt{15600 + 4800} = \sqrt{62500} \quad \text{---}$$

$$\text{---} 10\sqrt{625} = 25 \cdot 10 = 250 \text{ м} =$$

$$= R$$



$$\begin{aligned} R^2 + V^2 - 2RV \cos \alpha &= X \\ V^2 + V^2 - 2VV \cos \alpha &= X \end{aligned}$$



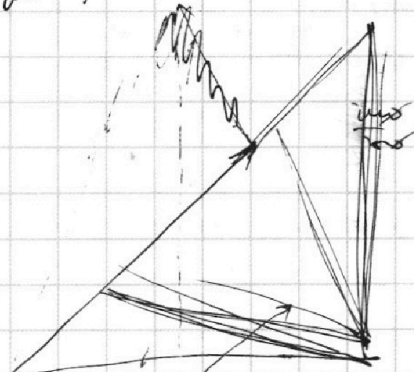
$$\text{3) } \sin \alpha = 0,6$$

$$m = 3 \text{ м}$$

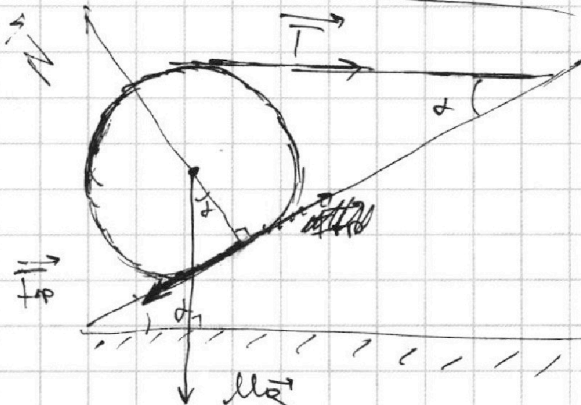
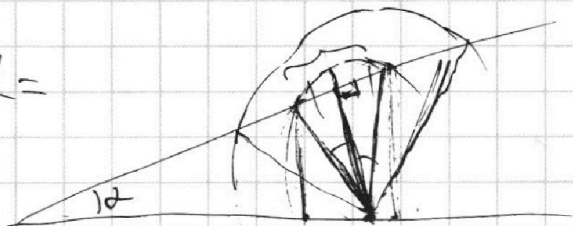
$$T = ?$$

$$T_{\text{пр}} = ?$$

$$u = ?$$



$$\alpha =$$



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 $t_0 = 14^\circ\text{C}$

$V = 2n \Rightarrow M = 2m$

$R = 200 \text{ m}$

$I = 5 \text{ A}$

P_H

$P = \alpha(t_1 - t_2)$

термовиз

$P(t)$

$k = \frac{\Delta P}{\Delta x} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2}$

$P = 100 + 0.5t$

$t = 100 \Rightarrow P = 100 + 0.5 \cdot 100 = 150$

$P_0 +$

$M(t) = P(t) \cdot Q_H$
 $Q_H = 100 + 0.5t$

$(P_H - P)t = M_{\text{cat}} \Rightarrow$

$\Rightarrow P = 100 + \frac{M_{\text{cat}}}{P_H - P}$

за 200 секунд:

$P = \alpha(t - t_0)$

$\Rightarrow P_H = 30.000 \text{ Вт} = 2.4200 \cdot 14$

$P_H t = 200 \cdot 100 + \frac{200 \cdot 100}{2}$

$= 20000 + 10000 = 30000 \text{ Вт}$

$\Delta t = 100 \Rightarrow d = \frac{100}{200} = \frac{1}{2}$

$P = \alpha(t - t_0)$

$\frac{100}{200} = \frac{14 - t_0}{x - t_0}$

$x - t_0 = 28 - 14 = 14$
 $x = 28$

$100 = \frac{10}{2} \cdot x$

$200 = 50(14 + x)$

$200 = \frac{50}{2}x \Rightarrow x = 28^\circ\text{C}$

$P_H =$

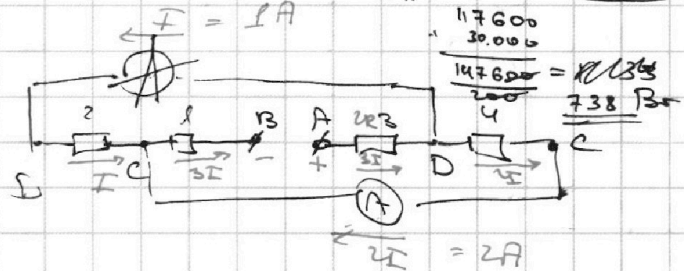
$\frac{117600}{30.000} = 3.92$
 $\frac{147600}{200} = 738 \text{ Вт}$

⑥ $R_1 = 200 \text{ m} = 2R$

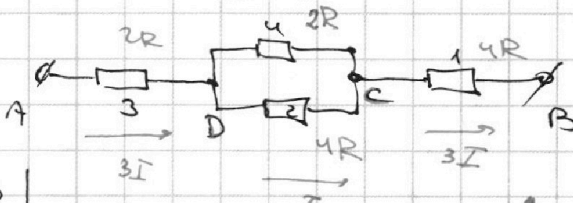
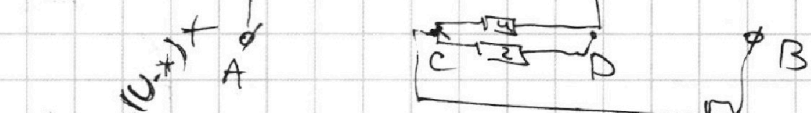
$R_2 = 400 \text{ m} = 4R$

$R_A \ll R$

$I_1 = 1 \text{ A}$



$(P_H = \frac{\alpha \cdot 13}{2}) t = M_{\text{cat}} \Rightarrow$



$U = 2R \cdot 3I + 2R \cdot 2R + 4R \cdot 3I =$
 $= 6RI + 4RI + 12RI = 22RI$

$\Rightarrow 22 \cdot 100 \text{ m} \cdot 1 \text{ A} = 220 \text{ B}$