



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

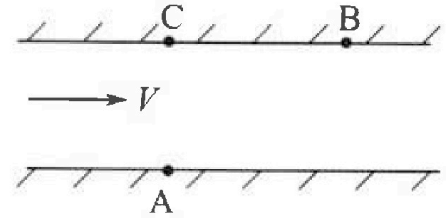
## Вариант 09-01

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.

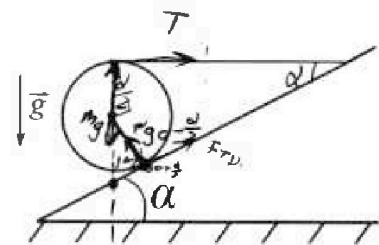
Допустим, что в момент соударения мяча со стенкой на той же высоте  $h$ , стенка движется навстречу мячу со скоростью  $U = 2$  м/с.

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

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

$$T = F_{тр}$$

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  $\alpha$  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  $\mu$  трения скольжения шар будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 09-01

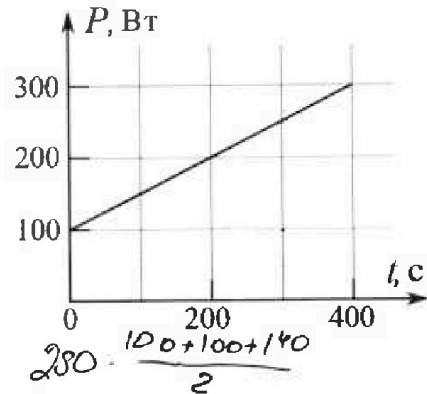
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные  
дроби и радикалы.



4. Воду нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $t_0 = 14^\circ\text{C}$ , объем воды  $V = 2$  л. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 20$  Ом, сила тока в спирали  $I = 5$  А.

$$P = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт.}$$

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  $t_1 = 25^\circ\text{C}$ ?

Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C).

$$P_2 =$$

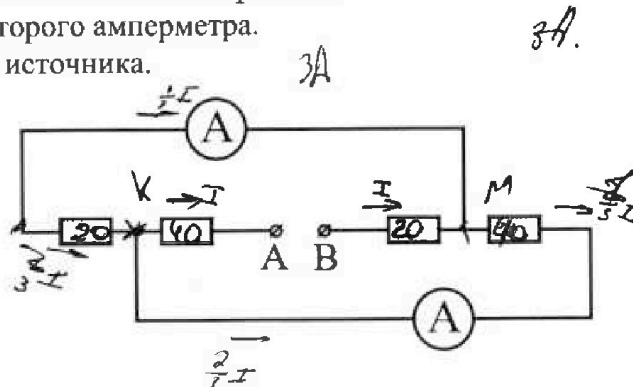
$$V = 2 \text{ л}$$

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.

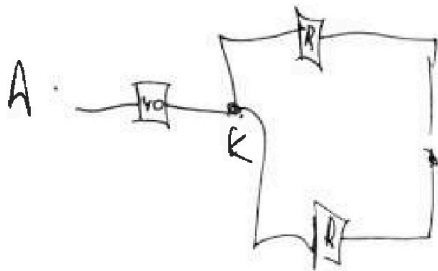
1) Найдите показание  $I_2$  второго амперметра.

2) Найдите напряжение  $U$  источника.



$$\frac{40 \cdot 20 \cdot 80}{60} = \frac{80}{3} = 26 \frac{2}{3}$$

$$\frac{40 + 120 + 60}{3} = \frac{220}{3}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Задача 1(1)

$$\vec{V}_{ABC} = \vec{V}_{отн} + \vec{V}_{пер}$$

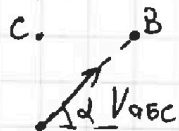
ABC - абсолютная

отн - относительная

пер - переносная

V - скорость

1.) Так плывец переплывает реку из точки A в B то его скорость в лабораторной системе отсчета направлена:



$$\sin \alpha = \frac{AC}{AB} = \frac{7}{25}$$

$$\text{Тогда } V_n = \frac{L_{AB}}{T_n}$$

$L_{AB}$  - расстояние от A до B

$$L_{AB} = \sqrt{L_{AC}^2 + L_{CB}^2}$$

$$= \sqrt{4^2 + d^2}$$

$$= \sqrt{70^2 + 240^2} = \sqrt{7^2 \cdot 100 + 24^2 \cdot 100} = 10 \sqrt{7^2 + 24^2} =$$

$$= 10 \cdot \frac{25}{7} = 250 \text{ м}$$

$$V_1 = \frac{L_{AB}}{T_1} = \frac{250}{192} = \frac{250}{192} \text{ м/с}$$

$$V_2 = \frac{L_{AB}}{T_2} = \frac{250}{417} = \frac{250}{417} \text{ м/с}$$

2) V - относительная скорость 400 м/с

$$\vec{U} = \vec{V}_{ABC} - \vec{V}_{пер}$$

$$\vec{U}_1 = \vec{V}_1 - \vec{V}$$

$$\vec{U}_2 = \vec{V}_2 - \vec{V}$$

$$|\vec{U}_1| = |\vec{U}_2|$$

$$|\vec{V}_1| - |\vec{V}_2| = \frac{250}{192} - \frac{250}{417} = \frac{250}{64 \cdot 3} - \frac{250}{139 \cdot 3} =$$
$$= \frac{139 \cdot 250 - 64 \cdot 250}{139 \cdot 64 \cdot 3} = \frac{75 \cdot 250}{139 \cdot 64 \cdot 3} = \frac{25 \cdot 250}{139 \cdot 64}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

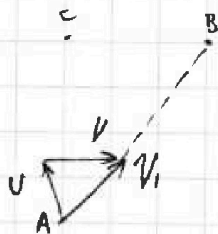
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

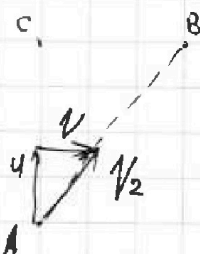
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 1(2).

I

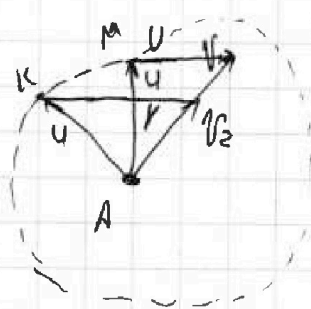


II



Соединим.

C B



лежит на одной окружности KMN.

$$|\vec{V}_1 - \vec{V}| = |\vec{V}_2 - \vec{V}|$$



$$\cos \alpha = \frac{24}{25}$$

$$I: V_y = V_1 y = V_1 \cdot \sin \alpha$$

$$V_y = V_1 \cdot \frac{7}{25} = \frac{250}{192} \cdot \frac{7}{25} = \frac{70}{192}$$

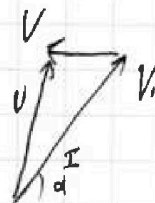
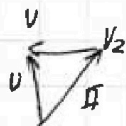
$$V_x = V_1 \cdot \cos \alpha - V = \frac{24}{25} V_1 - V$$

$$= \frac{240}{192} - V$$

$$U^2 = V_x^2 + V_y^2$$

$$\left(\frac{70}{192}\right)^2 + \left(\frac{240}{192} - V\right)^2 = \left(\frac{70}{417}\right)^2 + \left(\frac{240}{417} - V\right)^2$$

$$\frac{70^2 + 240^2}{192^2} + \frac{480}{192} V + V^2 = \frac{70^2 + 240^2}{417^2} - \frac{480}{417} V + V^2$$



$$II: V_y = V_2 \sin \alpha =$$

$$= \frac{250}{417} \cdot \frac{7}{25} = \frac{70}{417}$$

$$V_x = \frac{24}{25} V_2 - V =$$

$$= \frac{240}{417} - V$$



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!

$$\frac{70^2 + 240^2 + 480 \cdot 192 V}{192^2} = \frac{80^2 + 240^2 - 480 \cdot 417 \cdot V}{417^2} \quad (3 \text{ задачи} // 3)$$

$$\frac{4900 + 57600 - 92160 V}{192^2} = \frac{4900 + 57600 - 200160 V}{417^2}$$

$$\frac{490 + 5760 - 9216 V}{192^2} = \frac{490 + 5760 - 20016 V}{417^2}$$

$$\left(\frac{417}{192}\right)^2 = \frac{6250 - 20016 V}{6250 - 9216 V}$$

$$\left(\frac{139 \cdot 3}{64 \cdot 3}\right)^2 = \frac{6250 - 20016 V}{6250 - 9216 V}$$

$$\frac{19321}{4096} = \frac{6250 - 20016 V}{6250 - 9216 V}$$

$$19321 \cdot 6250 - 19321 \cdot 9216 V = 6250 \cdot 4096 - 20016 V \cdot 4096$$

$$(19321 - 4096) \cdot 6250 = V (19321 \cdot 9216 - 20016 \cdot 4096)$$

$$15225 \cdot 6250 = V \cdot 16 (19321 \cdot 576 - 20016 \cdot 256) =$$

$$= V \cdot 64 (19321 \cdot 144 - 64 \cdot 20016) =$$

$$= 64 V (2702224 - 1281024)$$

$$15225 \cdot 6250 = 64 V \cdot 1421200$$

$$15225 \cdot 125 = 64 V \cdot 28424$$

$$1903125 = 1819136 V$$

$$\Rightarrow V \approx 1$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице.



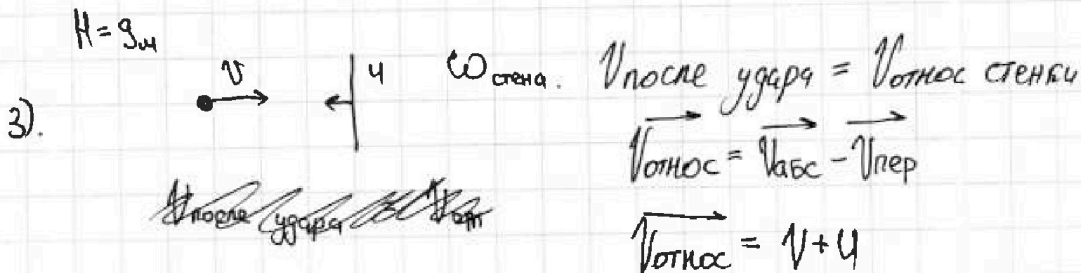
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

$$H = \frac{10}{2} \cdot \frac{5 \cdot 1}{6 \cdot 6} \cdot t_{оду}^2 = \text{Задача 2(2)}$$

$$= \frac{25}{36} \cdot \frac{36 \cdot 36}{10 \cdot 10} = \frac{36}{4} = 9 \text{ м}$$



$v_{\text{после удара}} = v + 2u$

$\omega_{\text{земля}}$   $v_{\text{после удара}} = v_{\text{после удара}} + v_{\text{стены}}$

$+ v_{\text{пер}} = v + 2u$

Изменится только  $v_{\text{горизонтальная}}$  составляющая скорости.

$\Rightarrow$  тк вертикальная компонента не изменится то и время парения после удара не изменится  $\Rightarrow t_{оду} = \text{const}$ .

Но мяч мог встретиться стенку в двух положениях.

$x_{\text{кон перем}} = 5l - l = 4l$



$v_x \cdot \frac{1}{6} t_{оду} = l$

$$d_I = 4l - (l - 5l - \frac{5}{3} t_{оду}^2) =$$

$$= 8l + \frac{5}{3} t_{оду}^2 = 8l + \frac{5 \cdot 72}{3} =$$

$$= 8l + (5 \cdot 24) = 8l + 12$$

$\Delta x_{\text{после стены}} = (v_x^+ \cdot t) =$

$$= (v_x^+ + 2u) t$$

где  $t$  - время падения после удара.

$t_I = t_{оду} - t_{го сетки} = \frac{5}{6} t_{оду}$

$\Downarrow$  после стены пролети

$(v_x^+ + 2u) \frac{5}{6} t_{оду} =$

$= 5l + \frac{5}{3} t_{оду}^2 u$

$t_{оду} u = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

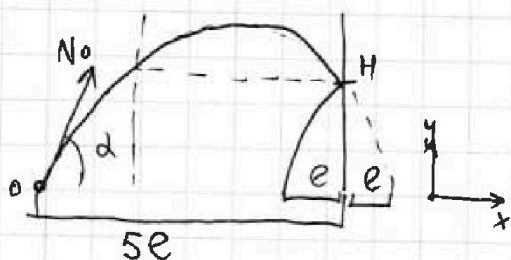
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задача 2.11

После удара мяч продолжает двигаться по параболе симметричной относительно (удар упругий).

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 16,2 \text{ м}$$

движение по оси  $x$  - равномерное прямолинейное



$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t$$

$$x = v_0 \cos \alpha \cdot t \text{ (до удара)}$$

$t$  - время

$$\Rightarrow \frac{t_{\text{до удара}}}{t_{\text{после удара}}} = \frac{5H}{4} = 5$$

$$t_{\text{до удара}} = t_1$$

$$t_1 = \frac{5}{6} t_{\text{обу}}$$

$$t_{\text{обу}} = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$H = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$v_0 \sin \alpha = \sqrt{2gH}$$

$$t_{\text{обу}} = \frac{2 \sqrt{2gH}}{g} = 2 \cdot \frac{\sqrt{2H}}{\sqrt{g}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = 3,6$$

$$t_1 = \frac{5 \cdot 2 \sqrt{\frac{2H}{g}}}{6} = \frac{5}{3} \sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{5}{3} \cdot \sqrt{\frac{32,4}{10}} = \frac{5}{3} \sqrt{3,24} = \frac{5}{3} \cdot 1,8 =$$

$$= \frac{5}{3} \cdot 3 \cdot 0,6 = 5 \cdot 0,6 = 3 \text{ сек.}$$

$$H(t) = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

$$\frac{gt^2}{2} - v_0 \sin \alpha t + H = 0$$

по т. Виета.

$$t_1 + t_2 = 2 \frac{v_0 \sin \alpha}{g} = t_{\text{обу}}$$

$$t_1 t_2 = \frac{2H}{g}$$

$$t_1 t_2 = \frac{2H}{g}$$

$$H = \frac{g t_1 t_2}{2}$$

$$H = \frac{g}{2} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{1}{6} \cdot (t_{\text{обу}})^2$$

на такой-же высоте  $H$  он был в точке симметричной точке удара относительно середины параболы (время полета до той точки  $t_3 = \frac{1}{6} t_{\text{обу}}$ )



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Задача 2(3)  
Пузырь II.

Время после удара =  $\frac{1}{6} t_{\text{поду}}$

$$d_{II} = 4l - \left( 5l - l - \frac{1}{3} t_{\text{поду}} l \right) = \frac{1}{3} t_{\text{поду}} l = \frac{3,6}{3} \cdot 2 =$$
$$= 2,4 \text{ м}$$

$$l_{\text{поду}} = v_{\text{ос}} \cos \alpha \cdot t_{\text{поду}}$$

~~$v_{\text{ос}} = 5 \text{ м/с}$~~

Ответ: 1)  $h = 9 \text{ м}$

2)  $t_1 = 3 \text{ с}$

3)  $d = 2,4 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

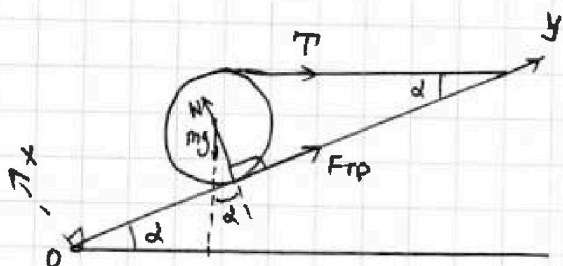
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Задача 3.



$F_{тр}$  - направлена против возможного проскальзывания.

$\vec{mg}$  и  $\vec{N}$  пересекаются в точке O

O - центр шара. R - радиус шара

т.к.  $\vec{N} \perp$  касательной.

Правило моментов относительно O

$$T \cdot R = F_{тр} \cdot R$$

ось Oy:

$$T = F_{тр}.$$

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

$$\sin \alpha = 0,6$$

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

$$T(1 + \cos \alpha) = mg \sin \alpha$$

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

$$T = F_{тр} = \frac{mg \sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$$

$$m = 3 \text{ кг}$$

$$T = F_{тр} = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0,6}{1,8} = \frac{1,8 \cdot 10}{1,8} = 10 \text{ Н}$$

$$F_{тр} \leq F_{тр\max} = \mu N$$

ось Ox:

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

$$N = 10 \cdot 0,6 + 30 \cdot 0,8 = 6 + 24 = 30 \text{ Н}$$

$$F_{тр} \leq \mu N$$

$$\mu \geq \frac{F_{тр}}{N} \quad \mu \geq \frac{10}{30} \quad \mu \geq \frac{1}{3}$$

$$\text{Ответ: } T = 10 \text{ Н}; F_{тр} = 10 \text{ Н}, \mu \geq \frac{1}{3}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Задача 4.

$$P_0 = 100 \text{ Вт} \quad k = \frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{100}{200} = \frac{1}{2} \frac{\text{Вт}}{\text{с}}$$

$$1) P_H = I^2 R = 25 \cdot 20 = 500 \text{ Вт}$$

$$Q = PT \quad Q - \text{кол-во теплоты}$$

2) УГБ

$\Sigma PCT$  - суммарная теплота потерь

ее можно посчитать как площадь под графиком  $P(T)$

~~$$P_H T = c_p V (t_1 - t_0) + \Sigma PCT$$~~

$$P_H T = c_p V (t_1 - t_0) + \Sigma PCT$$

~~$$S = \frac{P_0 + P_0 + kT}{2} \cdot T$$~~

$$P_H T = c_p V (t_1 - t_0) + P_0 T + \frac{kT^2}{2}$$

$$2\lambda = 0,002 \text{ м}^3$$

$$m_B = \rho_p = 2 \text{ кг}$$

$$\frac{kT^2}{2} + c_p V (t_1 - t_0) + T(P_0 - P_H) = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = (P_0 - P_H)^2 - 4 \cdot Q_0 \cdot \frac{k}{2} = (P_0 - P_H)^2 - 2kQ_0$$

$$T_1, T_2 = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a} = \frac{P_H - P_0 \pm \sqrt{(P_0 - P_H)^2 - 2kQ_0}}{k}$$

$$T_1, T_2 = \frac{500 - 100 \pm \sqrt{160000 - 4200 \cdot 1000 \cdot 0,002 \cdot 11}}{\frac{1}{2}}$$

$$\approx 2(400 \pm \sqrt{160000 - 8400 \cdot 11}) = (400 \pm 10 \cdot \sqrt{1600 - 924}) \cdot 2 =$$

$$\approx 2(400 \pm 10 \cdot \sqrt{676}) = 800 \pm 20 \cdot 26 = 800 \pm 520$$

~~$$T_1 = 1320, T_2 = 280$$~~ 
$$T_1 = 1320, T_2 = 280$$

Ответ:  $P_H = 500 \text{ Вт}$  ;  $T = 280 \text{ с}$  ;  $T = 1320 \text{ с}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

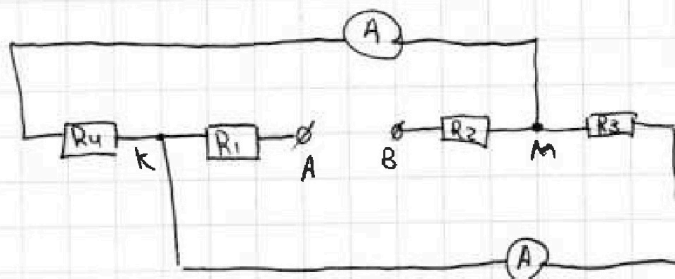
1  2  3  4  5  6  7

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

МФТИ



Задача 5.

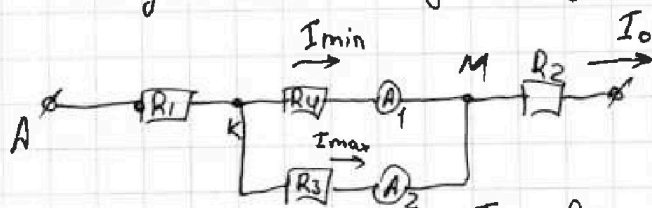


Заметим что если  $R_1 = R_2$   $R_3 = R_4$   
то схема симметрична  
и показания Амперметров  
одинаковы а такого  
быть не может

$$R_1 \neq R_2$$

Тогда пусть  $R_1 = 20 \Omega$   $R_2 = 40 \Omega$   
(если наоборот то показания амперметров  
меняются друг на друга, в силу симметрии)

Нерисуем эквивалентную схему.



$$R_4 I_1 = R_3 I_2$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$R' = 20 \Omega$$

⇒ там где в КМ резистор меньше ток больше

$I_{min}$  ← там где резистор больше (то есть  $R = 40 \Omega$ )

$$\text{тогда } U_{KM} = I_{min} \cdot R = 40 \text{ В}$$

$$I_0 = I_{min} + I_{max} = 3 \text{ А}$$

$$U_{KM} = R' \cdot I_{max} \quad I_{max} = \frac{40 \text{ В}}{20 \Omega} = 2 \text{ А} = I_2$$

$$R_0 = R_1 + R_2 + \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4} = 60 + \frac{80}{6} = 60 + \frac{40}{3} = \frac{220}{3} \Omega$$

$$U = R_0 \cdot I_0 = \frac{220}{3} \cdot 3 = 220 \text{ В}$$

Ответ:  $I_2 = 2 \text{ А}$ ,  $U = 220 \text{ В}$ .



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!

$$\begin{array}{r} \times 19321 \\ 9216 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9216 \overline{) 2304} \\ \underline{18432} \\ 4608 \\ \underline{4608} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 9216 \overline{) 16} \\ \underline{18432} \\ 4608 \\ \underline{4608} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2304 \overline{) 1526} \\ \underline{4608} \\ 10656 \\ \underline{10656} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 192 \\ \hline 386 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 51 \\ \times 192 \\ \hline 1152 \\ \times 192 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,4 \\ \times 0,4 \\ \hline \end{array}$$

$$0,43$$

$$\begin{array}{r} 20016 \overline{) 4} \\ \underline{40032} \\ 80064 \\ \underline{80064} \\ 0 \end{array}$$

$$2000$$

$$\begin{array}{r} 20016 \overline{) 14} \\ \underline{40032} \\ 80064 \\ \underline{80064} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 35212 \\ \times 28424 \\ \hline 64 \\ \hline 113696 \\ + 120544 \\ \hline 199136 \end{array}$$

$$\frac{24}{96} = \frac{12}{48} = \frac{1}{4}$$

$$\begin{array}{r} 4096 \overline{) 17024} \\ \underline{8192} \\ 8832 \\ \underline{8832} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1024 \overline{) 256} \\ \underline{2048} \\ 512 \\ \underline{512} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 510 \\ 70000 \overline{) 192} \\ \underline{35000} \\ 35000 \\ \underline{35000} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 0,36 \\ \times 0,36 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 31 \\ \times 36 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 216 \\ \times 108 \\ \hline 1296 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 576 \overline{) 144} \\ \underline{1152} \\ 288 \\ \underline{288} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 20016 \overline{) 64} \\ \underline{40032} \\ 120064 \\ \underline{120064} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \\ \times 0,25 \\ \hline 0,5 \end{array}$$

$$0,0625$$

$$\begin{array}{r} 159 \\ + 172 \\ \hline 1859 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \times 19321 \\ 11144 \\ \times 11144 \\ 12284 \\ + 12284 \\ + 19321 \\ \hline 2702204 \\ - 1281024 \\ \hline 1421200 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 142120 \overline{) 5} \\ \underline{71060} \\ 71060 \\ \underline{71060} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 21121 \\ \times 15225 \\ \hline 1125 \\ \hline 176125 \\ + 30450 \\ \hline 1903125 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 625 \overline{) 125} \\ \underline{125} \\ 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 46 \\ \hline 1276 \\ + 184 \\ \hline 2116 \end{array}$$

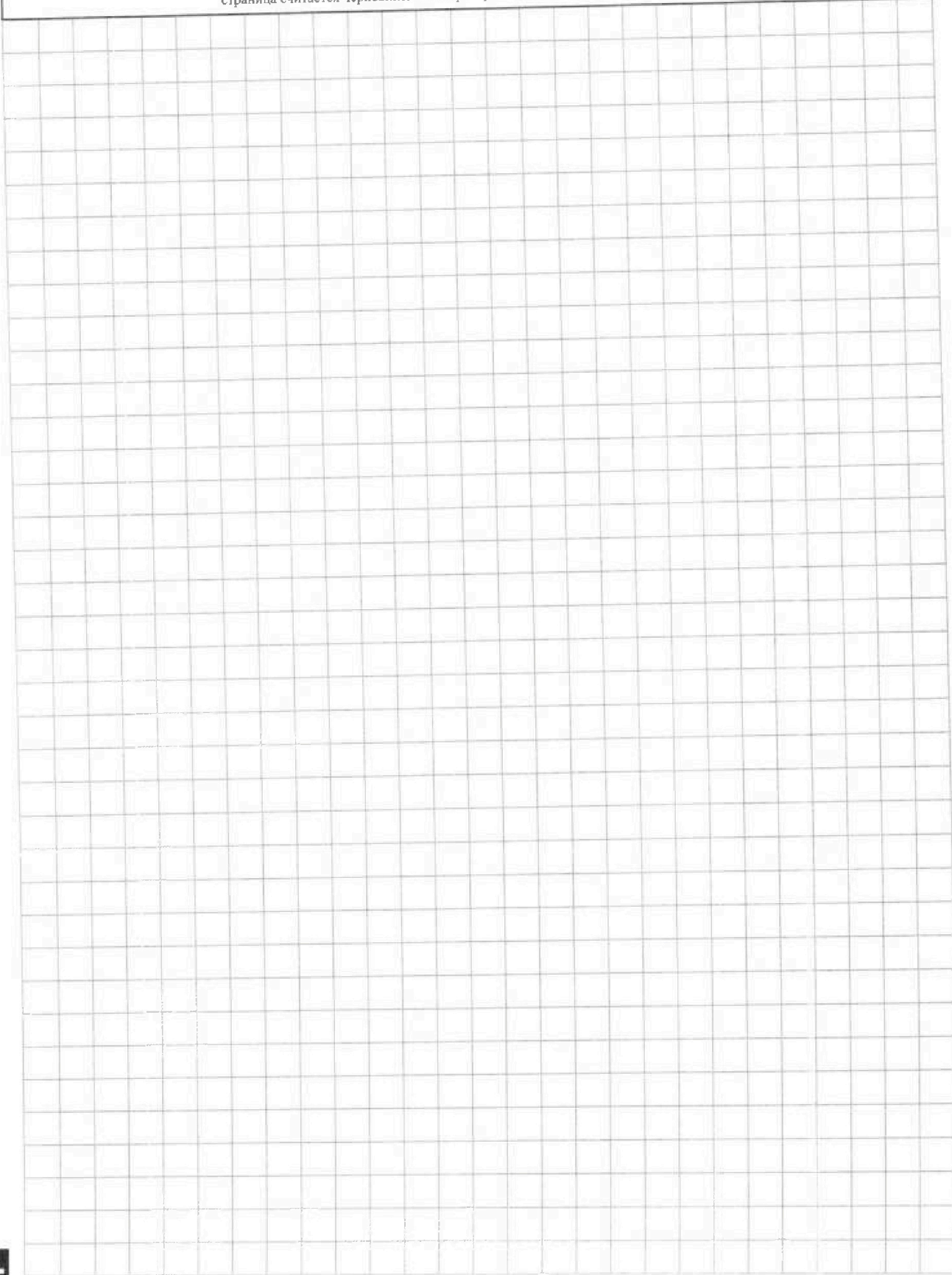


На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

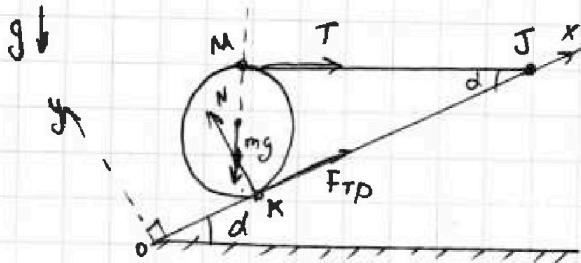
решение которой представлено на странице:

- 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.



На OX:

$$\text{т.к. не скатывается} \Rightarrow \sum \vec{F} = 0$$

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

На OY

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

$F_{\text{тр}}$  - направлена против возможного проскальзывания.

$$m = 3 \text{ кг} \quad \sin \alpha = 0,6$$

$\ell$  - длина MK

MJ = MK (касательная)

$$\angle JMK = \angle JKM = \frac{180 - \alpha}{2} = 90 - \frac{\alpha}{2}$$

Правило моментов относительно

точки M:



$$MK \cdot F_{\text{тр}} \cdot \cos(90 - \frac{\alpha}{2}) = MK \cdot N \cos(\frac{\alpha}{2})$$

$$F_{\text{тр}} \sin(\frac{\alpha}{2}) = N \cos(\frac{\alpha}{2})$$

$$N = F_{\text{тр}} \operatorname{tg}(\frac{\alpha}{2})$$

Правило моментов относительно

точки K:



