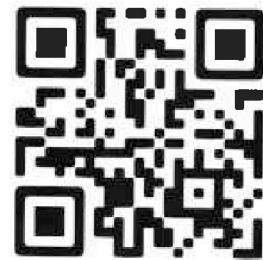




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

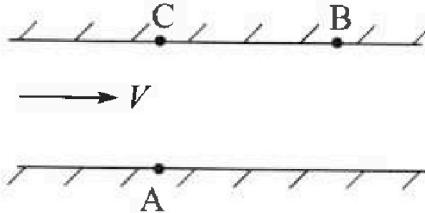


Вариант 09-02

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.

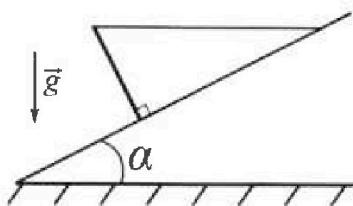
- 1) Найдите наибольшую высоту H , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время t_1 после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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 покоятся, стенка движется, $d = 1,8$ м.

- 3) Найдите скорость U стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $\alpha = 30^\circ$.



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

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

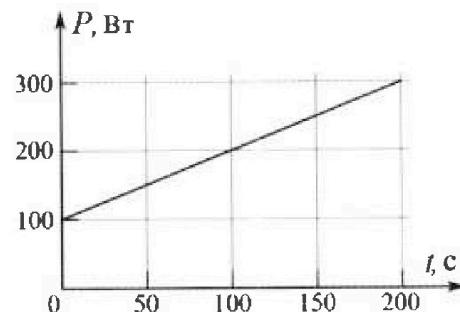
Вариант 09-02

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

4. Воду объемом $V = 1\text{л}$ нагревают на электроплитке. Начальная температура воды $t_0 = 16^{\circ}\text{C}$. Сопротивление спирали электроплитки $R = 25\text{ Ом}$, напряжение источника $U = 100\text{ В}$. Зависимость мощности P тепловых потерь от времени t представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность P_H нагревателя.
- 2) Найдите температуру t_1 воды через $T = 180\text{ с}$ после начала нагревания.

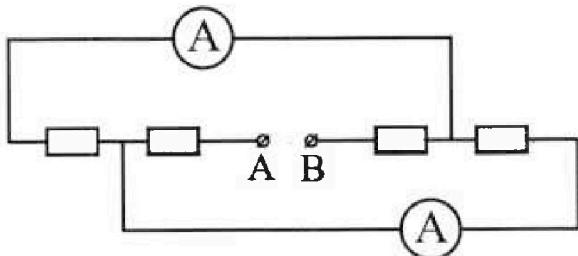
Плотность воды $\rho = 1000\text{ кг}/\text{м}^3$, удельная теплоемкость воды $c = 4200\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot{}^{\circ}\text{C})$.



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 А и В источника постоянного напряжения показания амперметров оказались различными. Большее показание $I_1 = 2\text{А}$.

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





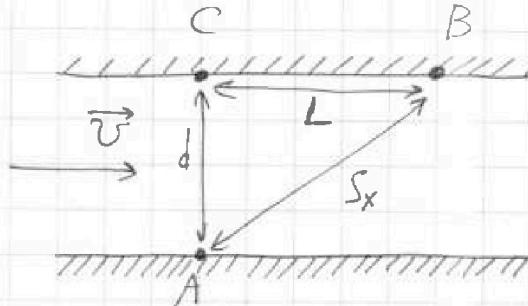
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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



СТРАНИЦА 1

1) Пусть S_x -путь пересечения плавуя из А в В.

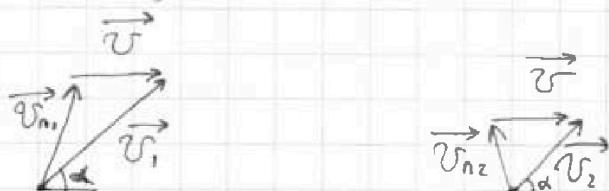
$S_x = AB$. ABC-прямоугольный треугольник, с катетами d и L и гипотенузой S_x . $S_x^2 = d^2 + L^2$

$$S_x = \sqrt{d^2 + L^2} = \sqrt{50^2 + 120^2} = 130 \text{ м} \quad S_x = 130 \text{ м}$$

$$U_1 = \frac{S_x}{T_1} \quad U_1 = \frac{130 \text{ м}}{100 \text{ с}} = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \boxed{U_1 = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

$$U_2 = \frac{S_x}{T_2} \quad U_2 = \frac{130 \text{ м}}{240 \text{ с}} = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \boxed{U_2 = \frac{13}{24} \frac{\text{м}}{\text{с}}}$$

Для нахождения U (скорость плавания реки), составим 2 треугольника скоростей, где 1 и 2 движутся соизмеримо:



U_n -скорость плавуя в CO, связанный с водой.

$$|\vec{U}_{n1}| = |\vec{U}_{n2}| = U_n \text{ (по условию)}$$

1 - угол между вектором \vec{U}_1 и берегом, угол между вектором \vec{U}_2 и берегом (\vec{U}_1 и \vec{U}_2 сополучены, нормаль и посхожи).

U_{n1}, \vec{U}_{n2} - скорости плавуя отн. воды в 1 и 2 случаях.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

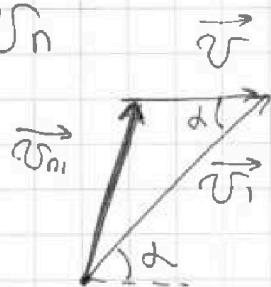
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ



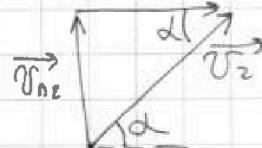
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$|\vec{U}_n| = U_n$$



СТРАНИЦА 2

$$|\vec{U}_{n2}| = U_n$$



угол между \vec{U} и \vec{U}_i , а также угол между \vec{U} и \vec{U}_2 равны, т.к. \vec{U}_i и \vec{U}_2 сопараллельны, а \vec{U} параллелен биссектрисе.

Составим 2 уравнения вограждения

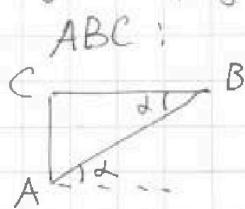
U_n при помощи теоремы косинусов:

$$\textcircled{1}: U_n^2 = U^2 + U_i^2 - 2 \cdot U \cdot U_i \cdot \cos \alpha$$

$$\textcircled{2}: U_n^2 = U^2 + U_2^2 - 2 \cdot U \cdot U_2 \cdot \cos \alpha$$

∠-угол α превращаем

составим систему:



$$\begin{cases} U_n^2 = U^2 + U_i^2 - 2 \cdot U \cdot U_i \cdot \cos \alpha \\ U_n^2 = U^2 + U_2^2 - 2 \cdot U \cdot U_2 \cdot \cos \alpha \end{cases}$$

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

$$\begin{cases} U_n^2 = U^2 + U_i^2 - 2 \cdot U \cdot U_i \cdot \frac{12}{13} \\ U_n^2 = U^2 + U_2^2 - 2 \cdot U \cdot U_2 \cdot \frac{12}{13} \end{cases}$$

подставив значение U_i и U_2 :

$$\begin{cases} U_n^2 = U^2 + 1,3^2 - 2 \cdot U \cdot 1,3 \cdot \frac{12}{13} \\ U_n^2 = U^2 + \left(\frac{13}{24}\right)^2 - 2 \cdot U \cdot \frac{13}{24} \cdot \frac{12}{13} \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 24 \\ \hline 96 \\ + 18 \\ \hline 576 \end{array}$$

Приравнив 2 уравнения друг к другу:

$$U_n^2 = U_n^2$$

$$U^2 + 1,69 - 2 \cdot U \cdot 1,3 \cdot \frac{12}{13} = U^2 + \frac{169}{576} - 2 \cdot U \cdot \frac{13}{24} \cdot \frac{12}{13}$$

$$1,69 - 2 \cdot U \cdot \frac{12}{10} = \frac{169}{576} - 2 \cdot U \cdot 0,5$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!

СТРАНИЦА 3

99
× 8

$$169 - 2\bar{U} \cdot 1,2 = \frac{169}{576} - \bar{U}$$

169
804,44

$$\frac{99}{100} = \frac{99}{200}$$

$$\frac{804,44}{806} > \frac{792}{200}$$

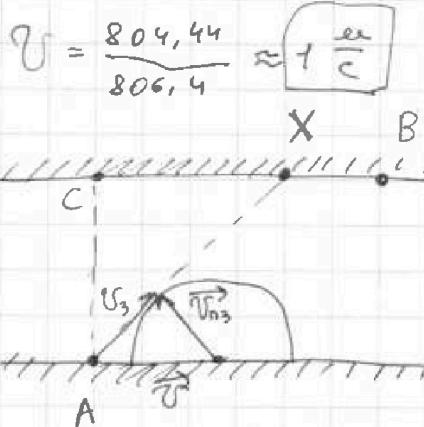
$$\frac{169}{100} - 2,4\bar{U} = \frac{169}{576} - \bar{U}$$

$$\frac{169}{100} - \frac{169}{576} = -2\bar{U} + 2,4\bar{U}$$

$$\frac{169}{100} - \frac{169}{576} = 1,4\bar{U}$$

$$\frac{169}{100} - \frac{169}{576} = \frac{169}{576} - \frac{169}{576} =$$

$$= 804,44$$



$$\begin{array}{r} 32 \\ 169 \\ \times 576 \\ \hline 1014 \\ 1183 \\ + 845 \\ \hline 973,44 \end{array}$$

$$1,4\bar{U} = \frac{804,44}{576}$$

$$\bar{U} = \frac{804,44}{576} : 1,4 = \frac{804,44}{576} \cdot \frac{1}{1,4}$$

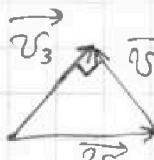
$$\bar{U} = \frac{804,44}{806,4}$$

$$\begin{array}{r} 32 \\ 576 \\ \times 1,4 \\ \hline 2304 \\ 576 \\ \hline 806,4 \end{array}$$

Для того, что бы задать начальный спуск,
необходимо направить скорость полета \vec{U}_3 по касательной,
к окружности с радиусом $|U_{n3}|$, находящейся на расстоянии
 $|U|$ от точки A. Получим следующий треугольник:

$$|\vec{U}_{n3}| = U_n$$

$$U_3 = \sqrt{U^2 - U_{n3}^2}$$



$$\vec{U}_3 \perp \vec{U}_{n3}, \text{ m.r.}$$

\vec{U}_3 - касательная к
окружности

также имеет $|\vec{U}_{n3}| = U_n$, из равенства получим уравнение!

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input checked="" 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!

СТРАНИЦА Ч

$$0,5 \quad 0,6 \\ 4 \quad 4$$

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

$$\begin{array}{r} 0,53 \\ 0,53 \\ \times 0,5 \\ \hline 159 \\ 265 \\ \hline 2809 \end{array}$$

$$U_n^2 = U^2 + 1,3^2 - 2 \cdot 1,3 \cdot \frac{12}{13}$$

$$U_n^2 = 1^2 + 1,69 - 2 \cdot 1 \cdot 1,2$$

$$U_n^2 = 1 + 1,69 - 2,4$$

$$U_n^2 = 2,69 - 2,4 = 0,29$$

$$U_n^2 = 0,29$$

$$U_n \approx 0,54 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

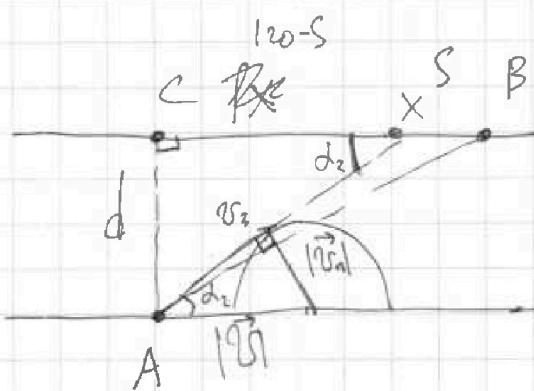
$$U_3 = \sqrt{U^2 - U_{n3}^2} =$$

$$= \sqrt{1 - 0,29} = \sqrt{0,71}$$

$$\sqrt{0,71} \approx 0,84$$

$$U_3 \approx 0,84 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\frac{54}{89} = \frac{27}{42} = \frac{9 \cdot 3}{6 \cdot 7} = \frac{9}{14}$$



найдёмtgd_2 - тангенс
угла при запасе

$$\operatorname{tg} d_2 = \frac{U_3}{U_n} = \frac{0,54}{0,84} = \frac{9}{14}$$

$$= \frac{0,54 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{0,84 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = \frac{9}{14}. \text{ Из условия задачи имеем, что } \operatorname{tg} d_2 < \frac{d}{120-s}$$

$$U = 0,84 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$U \approx 1804,44$$

$$1804440 \div 180640$$

$$- 180640 \quad 0,997$$

$$\begin{array}{r} 236800 \\ 227800 \quad 53 \\ \hline 80640 \\ 610400 \quad 9 \end{array}$$

$$725760$$

$$\begin{array}{r} 804440 \\ 725760 \\ \hline 78880 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,8 \quad 0,84 \quad 0,9 \quad 786800 \\ \sqrt{0,64} \quad \sqrt{0,84} \quad \sqrt{0,81} \quad 725760 \\ \hline 0,8 \quad 0,9 \quad 0,9 \quad 610400 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 6,3 \\ 0,84 \\ \times 0,84 \\ \hline 1,336 \\ 672 \\ \hline 0,7066 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ 42 \\ 80640 \\ \hline 564480 \end{array}$$

нашёл cos d_2 -
используя в 3 задачу

$$\cos d_2 = \frac{U_3}{U_n} = \frac{0,54}{0,84} = 0,64$$

из условия задачи
следует, что

$$\cos d_2 =$$

$$> \frac{d}{120-s}$$



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"/> |

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

МФТИ.

сурганица 5

$$\begin{array}{r} 120 \\ \times 9 \\ \hline 1080 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 50 \\ \hline 700 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 380 \\ -36 \\ \hline 20 \\ -18 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{9}{14}$$

$$\frac{d}{120-S} = \frac{9}{14}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{d}{120-S}$$

$$14d = 9(120-S)$$

$$700u = 1080 - 9S$$

$$9S = 1080 - 700 = 380$$

$$S = \frac{380}{9} = 42(\text{м})$$

ОТВЕТ: $U_1 = 1,3 \frac{m}{c}$

$$U_2 = \frac{13}{24} \frac{m}{c}$$

$$U \approx 1 \frac{m}{c}$$

$$S = 42,2 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



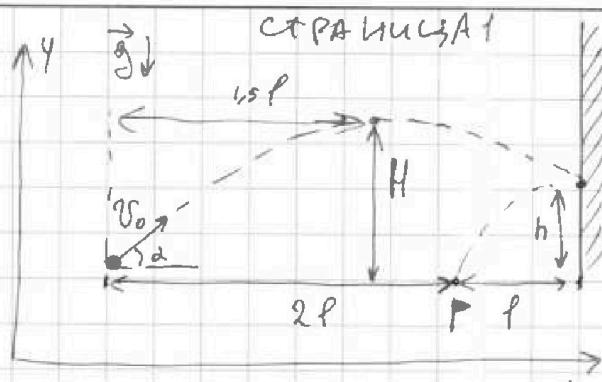
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

МФТИ

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

$$t_n = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$

t_s -время полёта



2l - расстояние
от стартера
до точки
падения
 t - расстояние
от стартера
до точки
падения

* Введён координатную
оси x и y?

$$t_n - время падения \quad H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \quad H = V_0 \sin \alpha t_n - \frac{g t_n^2}{2}$$

Рассмотрим движение мяча в проекциях на оси x и y:
 t_s -всё время полёта

t_{1x} -время полёта

до удара о стенку

t_{1x} - время полёта от стартера
до удара о землю.

$$S_x = V_{0x} t + \frac{0.5 a_x t^2}{2}$$

$$S_y = V_{0y} t + \frac{0.5 a_y t^2}{2}$$

$$Ox: 3l = V_0 \cos \alpha t_{1x}$$

$$Oy: h = V_0 \sin \alpha t_{1x} - 0.5 g t_{1x}^2$$

$$Ox: 4l = V_0 \cos \alpha t_s$$

$$Oy: 0 = V_0 \sin \alpha t_s - 0.5 g t_s^2$$

$$V_0 \sin \alpha t_s - 0.5 g t_s^2 = 0$$

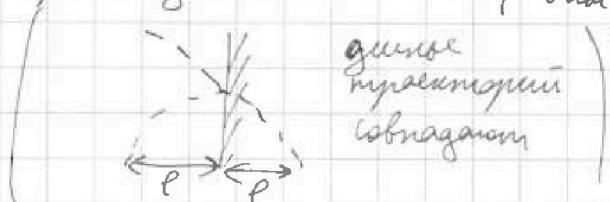
$$2 V_0 \sin \alpha = g t_s$$

$$t_s = \frac{2 V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$4l = V_0 \cos \alpha t_s$$

$$3l = V_0 \cos \alpha t_{1x}$$

Время полёта уменьшилось в $\frac{4}{3}$ раза, что означает уменьшение времени полёта



$$\frac{t_s}{t_{1x}} = \frac{4}{3}$$



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 checked="" 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!

СТРАНИЦА 2

$$\begin{cases} 3l = V_0 \cos \alpha t_{1x} \\ h = V_0 \sin \alpha t_{1x} - 0,5g t_{1x}^2 \end{cases}$$

$$t_{1x} = 0,75 t_1$$

$$t_1 = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$4l = V_0 \cos \alpha t_1$$

$$0 = V_0 \sin \alpha t_1 - 0,5g t_1^2$$

$$2V_0 \sin \alpha t_1 = 0,5g t_1^2$$

$$\begin{cases} 4l = V_0 \cos \alpha t_1 \\ 2V_0 \sin \alpha t_1 = g t_1^2 \end{cases}$$

Тогда ищем высоту подъёма H ,
он проходит $1,5l$ (найдена ^{найти} ~~найти~~ ^{найти} ~~найти~~)

t_H - время,
затраченное
на подъём
из высоты H

$$\begin{cases} 1,5l = V_0 \cos \alpha t_H \\ H = V_0 \sin \alpha t_H - 0,5g t_H^2 \end{cases}$$

$$1,5l = V_0 \cos \alpha t_H$$

$$4l = V_0 \cos \alpha t_1$$

$$\frac{t_1}{t_H} = \frac{4}{1,5} = \frac{8}{3} = 2\frac{2}{3}$$

188

$$\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = V_0 \sin \alpha t_H - 0,5g t_H^2$$

$$\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = V_0 \sin \alpha \cdot \frac{3V_0 \cos \alpha}{4g} - 0,5g \left(\frac{3V_0 \cos \alpha}{4g} \right)^2$$

$$\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{3V_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{4g} - 0,5g \frac{9V_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{16g^2}$$

$$\boxed{\frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{3V_0^2 \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha}{4g} - 4,5 \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{16g^2}}$$

$$t_1 = 2\frac{2}{3} t_H$$

$$t_H = \frac{6V_0 \sin \alpha}{2g} = \frac{3V_0 \sin \alpha}{4g}$$

$$\frac{2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{8}{3} t_H$$

$$8gt_H = 6V_0 \sin \alpha$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

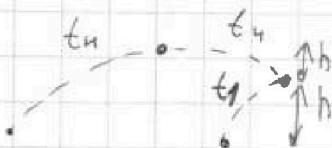
МФТИ

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

СТРАНИЦА 3

$$\frac{v_0 \sin^2 \phi}{\tan \phi} = 3 \sqrt{0.5 \cdot 3.7^2} - 3.5 \sqrt{0.5 \cdot 3.7^2}$$

t_4 -время
падения от
наивысшей
точки до стены



t_1 -время
падения от
удара о стекло
до удара об пол

$$t_n + t_4 + t_5 = t_5 \quad t_5 = 2t_4 + 2t_1$$

$$t_n = t_4 + t_1$$

$$t_n + t_4 = \frac{3}{4} \quad t_5 = 6 \cdot x$$

$$t_n + t_4 = 3 \cdot (2t_n + 2t_1)$$

$$t_5 = \frac{4}{3} (t_n + t_4)$$

$$2t_n + 2t_1 = 4(2t_4 + 2t_1)$$

$$6t_4 + 6t_1 = 8t_4 + 8t_1$$

$$2t_1 = 2t_4 \quad t_4 = t_1$$

$$Ox' 1,5 l = v_0 \cos \alpha t_4$$

$$(H-h) = \frac{g t_4^2}{2} \quad H = h + \frac{g t_4^2}{2}$$

$$2(H-h) = g t_4^2$$

$$H = h + \frac{g t_4^2}{2}$$

м.р. $t_4 = t_5$, расстояния, пройденные
массой по оси y за t_4 наименее
 t_4 и t_5 будут равны (м.р.)

4-кая составляющая скорости
постоянна)

$$t_4 = t_5$$

$$H = 2h$$

$$H = 2h = 10,8 \text{ M}$$

$t_1 = \frac{1}{4} t_5$. Время t_1 б/у
различные времена
падения.

за время t_4 это

$$t_4 = \frac{1}{4} t_5 \quad \text{правильное расстояние}
H \text{ по оси } y,$$

$$h = 0,5g t_4^2$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

$$h = 0,5g t_4^2$$

$$t_4 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$t_4 = \sqrt{\frac{10,8}{10}} = \sqrt{1,08}$$

$$t_4 \approx 1,04 \text{ с}$$

$$t_4 = t_1$$

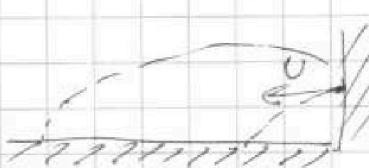
$$t_1 \approx 1,04 \text{ с}$$

$$t_5 = 4,16 \text{ с}$$

~~108~~ 100
~~100~~ 108
800
1

$$\begin{array}{r} 1,0804 \\ \times 1,04 \\ \hline 416 \\ +00 \\ \hline 1,0816 \end{array}$$

3)



ОТВЕТ: $H = 10,8 \text{ м}$

$$t_1 = 1,04 \text{ с}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

6

7

МФТИ

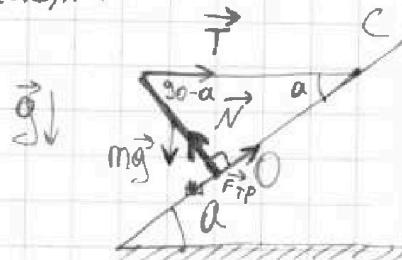


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

СТРАНИЦА 1

Пусть $L = AO$
— длина стержня

Пусть A — верхняя
точка стержня



Пусть О — конец
точки стержня.

Рассмотрим на
рисунке силы, действую-
щие на стержень.

Из условия равновесия стержня получим правило
параллельных отрезков относительно точки O:

$$l_N = 0$$

$$\vec{F}_{Tp} \cdot l_{F_{Tp}} + \vec{mg} \cdot l_{mg} + \vec{T} \cdot l_T = 0,$$

$$l_{F_{Tp}} = 0.$$

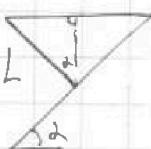
"
т.к. l_{mg} и l_T — одинаковы, то $\vec{mg} \parallel \vec{T}$.

$$l_{mg} = 0,25L$$

$$l_T = \frac{L\sqrt{3}}{2}$$

$$\vec{T} + \vec{N} + \vec{F}_{Tp} + \vec{mg} = 0$$

$$l_T :$$

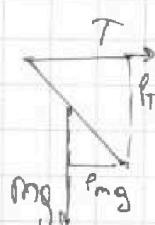


$$l_{mg} = 0,5L \cdot \cos(90^\circ - 30^\circ) = \\ = 0,5L \cdot \sin 30^\circ = \\ = 0,5L \cdot 0,5 = 0,25L$$

$$l_T = L \cdot \cos 30^\circ =$$

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

$$M = 6 \text{ кг}$$



$$\vec{T} \cdot l_T + \vec{mg} \cdot l_{mg} + \vec{F}_{Tp} \cdot l_{F_{Tp}} = 0$$

$$mg \cdot l_{mg} = T \cdot l_T \quad (\text{м.к. } \vec{mg} \text{ и } \vec{T})$$

$$mg \cdot 0,25L = T \cdot \frac{L\sqrt{3}}{2}$$

вращаем стержень
вокруг конца.
всего

$$m = \frac{\sqrt{3} T}{0,5g}$$

$$0,25mg = \frac{\sqrt{3}}{2} T$$

$$0,5mg = \sqrt{3} T$$

$$m = 2\sqrt{3} \frac{T}{g} = 2\sqrt{3} \cdot 17,3 = 2\sqrt{3} \cdot 17,3 = 2 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = \\ = 2 \cdot 3 = 6 \text{ кг}$$

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

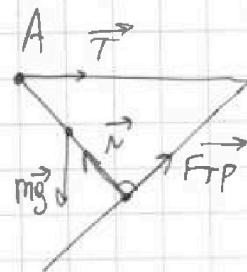
СТРАНИЦА 2

для находящегося в равновесии
наиболее легким положением т. А - вершиной показанного,

отн. т. А:

$$mg \cdot l_{mg_2} \neq F_{Tp} \cdot l_{FTP_2} = 0$$

l_{mg_2}, l_{FTP_2} зависят
от полож. т. А.



$$l_{mg_2} = 0,5 L \cdot \cos(90^\circ - 2) = 0,5 L \cdot 0,5 = 0,25 L$$

$$l_{FTP_2} = L$$

$$mg \cdot l_{mg_2} = F_{Tp} \cdot l_{FTP_2}, \quad (m, k, mg \text{ и } F_{Tp} \text{ врашаются
вокруг стержня
в горизонтальном
направлении})$$

$$mg \cdot 0,25L = F_{Tp} \cdot L$$

$$0,25mg = F_{Tp}$$

$$0,25 \cdot 6 \cdot 10 = F_{Tp}$$

$$F_{Tp} = 15 \text{ H}$$

$$F_{Tp} = \frac{mg}{4}$$

$$F_{Tp} = 15 \text{ H}$$

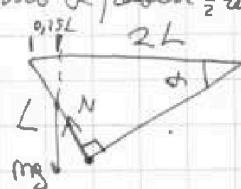
$$\vec{F}_{Tp} = \mu \cdot \vec{N}$$

Пусть точка С - центр кривизны
к наимен. плоскости, движущейся т. С;

$\angle = 30^\circ \Rightarrow$
качесв. генерации
наибол. & равен $\frac{1}{2}$ наибольшему.

$$\vec{N} \cdot \vec{l}_n + mg \cdot l_{mg_3} = 0, \text{ где } \vec{l}_n \text{ и } l_{mg_3} -$$

- зависят от полож.
т. С.



$$l_n = 2L \cdot \cos 30^\circ = 2L \cdot \cos 30^\circ = 2L \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = L\sqrt{3}$$

$$l_{mg_3} = 2L - 0,25L = 1,75L$$

$$N_l_n = mg \cdot l_{mg_3}, \quad (m, k, mg \text{ и } \vec{N} \text{ врашаются
вокруг стержня
в горизонтальном
направлении})$$

$$N \cdot L\sqrt{3} = mg \cdot 1,75L$$

$$N\sqrt{3} = 1,75mg$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

СТРАНИЦА 3

$$\sqrt{3} \approx 1,73$$

$$\vec{F}_{\text{тр}} = \mu \vec{N}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N$$

(н.к. $\vec{F}_{\text{тр}} \perp \vec{N}$)

$$N\sqrt{3} = 1,75 mg$$

$$\sqrt{3} \approx 1,73 \approx 1,75$$

$$N \approx mg$$

$$N \approx 6 \cdot 10 \approx 60 \text{Н}$$

$$N = \frac{1,75}{1,73} mg$$

$$N \approx mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg = 15 \text{Н}$$

$$\mu = \frac{F_{\text{тр}}}{N} = \frac{15 \text{Н}}{60 \text{Н}} = \underline{\underline{0,25}}$$

при $\mu = 0,25$ шинки находятся в крайней опасной

точке равновесия. При уменьшении μ равновесие

всё же нарушаться не будет. \Rightarrow $0,25 \leq \mu \leq 1$

Ответ: $m = 6 \text{ кг}$

$$F_{\text{тр}} = 15 \text{ Н}$$

μ лежит в диапазоне от 0,25 до 1.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

СТРАНИЦА 1

$$1) \quad P_H = I_H \cdot U \quad P_H = I_H \cdot U$$

I_H -сила тока, текущего через излучатель
или приемник

$$I_H = \frac{U}{R} \quad I_H = \frac{100B}{250\Omega} = 4A$$

$$P_H = I_H \cdot U = 4A \cdot 100B = 400B_T$$

$$P_H = 400 \text{ Вт}$$

$$2) \quad Q = P \cdot t \quad P = \frac{Q}{t} \quad P = \frac{Q}{t} \quad Q - \text{импульс}$$

По уравнению зависимости P от t , можем найти

~~наименьшую для излучения током транзистора $t = T$ - количество тепла, рассеиваемое за период T .~~

За $T = 100c$ рассеивается Q_1 тепла

$$P_{cr} = \frac{P_1 + P_2}{2} \quad \Delta Q_1 = P_{cr} \cdot T^2, \quad \text{где } P_{cr} -$$

~~среднее значение теплового потока (Рассеивается излучение)~~

$$\Delta Q_1 = \frac{200B_T + 100B_T}{2} \cdot 100c$$

$$\Delta Q_1 = 150B_T \cdot 100c = 15000 \text{ Дж}$$

~~о $Q_1 = 15000 \text{ Дж}$. За $T = 100c$ образуется излучение 15000 Дж тепла.~~

По уравнению можем найти, на сколько B_T с излучением P (суммарно тепловым потоком) суммарно увеличивается P (суммарно тепловым потоком)

за $100c$ Рассеивается на $100B_T$. \Rightarrow с излучением P суммарно

$$\text{Рассеивается на } tB_T. \quad K = \frac{100B_T}{100c} = \frac{tB_T}{c}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

СТРАНИЦА 2

$$K = \frac{P_{BT}}{c}$$

Решение на P_{BT} с коэффициентом пропорциональности K \Rightarrow через 180 c P_1 будет равно $P_0 + Kt$

$$P_1 = P_0 + Kt$$

$$P_1 = 100 \text{ BT} + 1 \frac{\text{BT}}{\text{с}} \cdot 180 \text{ с} =$$

$$= 100 \text{ BT} + 180 \text{ с} =$$

$$= 280 \text{ BT}$$

$$P_1 = 280 \text{ BT}$$

$$P_0 = 100 \text{ BT} - P_B \text{ именем времени } 0 \text{ с}$$

$$P_1 - P_B \text{ именем времени } 180 \text{ с}$$

Так как Решение ищется именно, начиная с P_0 , то
обозначим за $P_{ср}$ среднюю израсходованную тепловую
помеху за $T = 180\text{ с}$.

$$P_{ср} = \frac{P_1 + P_0}{2} \quad (\text{и.к. Решение ищется})$$

$$P_{ср} = \frac{280 \text{ BT} + 100 \text{ BT}}{2} = \underline{190 \text{ BT}} \text{ - средний израсходованный тепловой помеха}$$

Ноини найти тепло, рассеянное за период $T = 180\text{ с}$:

$$\text{Количество} = P_{ср} \cdot T$$

$$\text{Количество} = 190 \text{ BT} \cdot 180 \text{ с} = 34200 \text{ Дж}$$

$$\text{Количество} = 34,2 \text{ кДж}$$

$$\begin{array}{r} 190 \\ \times 180 \\ \hline 000 \\ 190 \\ \hline 34200 \end{array}$$

Найден тепло, выделенное наре-
бомехи за период $T = 180\text{ с}$:

$$\begin{array}{r} 180 \\ \times 200 \\ \hline 400 \\ \times 180 \\ \hline 000 \\ 32000 \\ + 400 \\ \hline 72000 \end{array}$$

$$Q_T = P_{ср} \cdot T$$

$$Q_T = 400 \text{ BT} \cdot 180 \text{ с} = 72000 \text{ Дж}$$

$$Q_T = 72 \text{ кДж}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

СТРАНИЦА 3

Найдём тепло, которое получила вода:

$$Q = Q_T - Q_{\text{потеря}}$$

$$\begin{array}{r} 72,0 \\ - 34,2 \\ \hline 37,8 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 37,8 \\ + 34,2 \\ \hline 72,0 \end{array}$$

$$Q = 72 \text{ кДж} - 34,2 \text{ кДж} = \\ = 37,8 \text{ кДж}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

m - масса воды

$$m = \rho \cdot V \quad m = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 0,001 \text{ м}^3 = 1 \text{ кг}$$

$$\Delta t = \tilde{t}_1 - \tilde{t}_0 \quad \Delta t - \text{изменение температуры}$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$37,8 \text{ кДж} = 1 \text{ кг} \cdot 4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = \frac{37,8 \text{ кДж}}{4200 \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}} = 9^\circ\text{C}$$

$$\tilde{t}_1 = \Delta t + \tilde{t}_0$$

$$\tilde{t}_1 = 9^\circ\text{C} + 16^\circ\text{C} = 25^\circ\text{C}$$

Ответ: $P_H = 400 \text{ Вт}$

$\tilde{t}_1 = 25^\circ\text{C}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

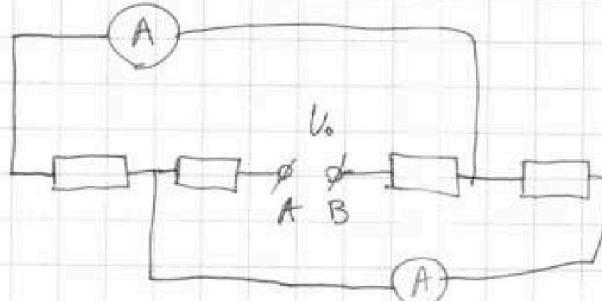
МФТИ

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



СТРАНИЦА 1

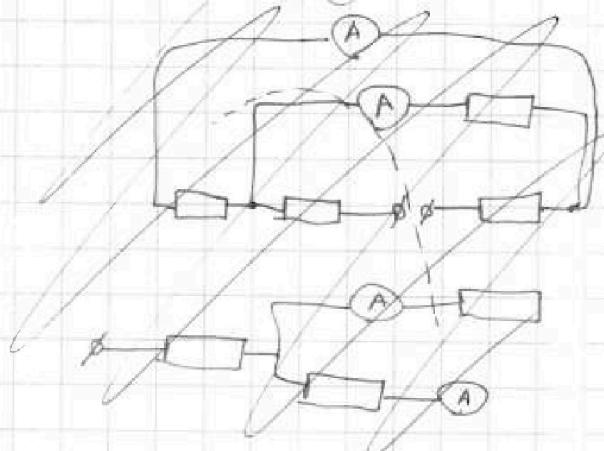
6 - параллельное
исчисление



$$\begin{array}{r} 1 \\ 2 \\ \hline 125 \\ 5 \\ \hline 6250 \end{array}$$

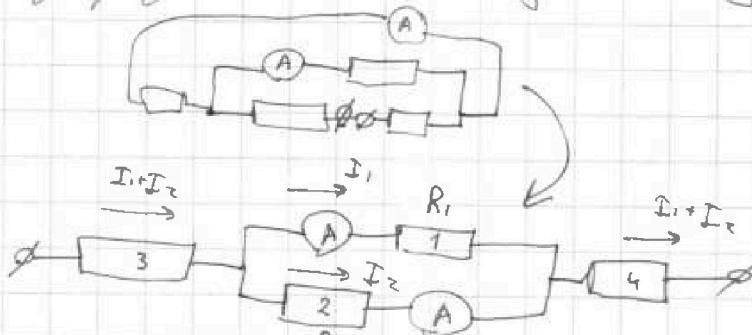
Нарисуйте эквивалентную схему!

$$\begin{array}{r} 125 \cdot 50 \\ 125 \cdot 50 \\ 150 \cdot 100 \end{array}$$



Обозначим
регистры
цифрами 1, 2, 3, 4.

Изобразите эквивалентную схему!



По полученной эквивалентной схеме можно понять, что при параллельном соединении амперметров, регистров, подключенных к амперметру последовательно, члены разной полосы. (Иначе, если бы регистры были однократными, то и показания амперметров были бы однократными).

При этом сопротивление верхней полосы верхнего регистра $R_1 = 30 \Omega$, а нижнюю $R_2 = 60 \Omega$.

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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

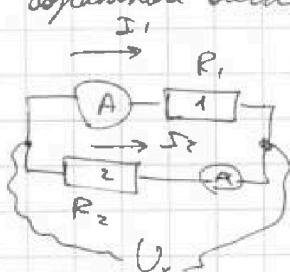
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ

страница 2

П.к. $R_1 < R_2$, по Второй Законе
Кирхгофа большей ток I_1 (п.к. амперианта
составлено параллельно)

при параллельном соединении проводников,
текущие через проводники, делятся в отношении,
обратном сопротивлению проводников.



$$I_2 = I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2}$$

$$I_2 = 2A \cdot \frac{30\Omega_m}{60\Omega_m} = 1A$$

$$I_2 = 1A$$

$$P = UI - \text{закон Фарадея-Ленга}$$

В составившись резисторах.

I_0 - общий ток в цепи

$$I_0 = I_1 + I_2 - (\text{по правилу Кирхгофа})$$

$$I_0 = 2A + 1A = 3A$$

$$I_0 = 3A$$

Среди оставшихся резисторов 3 и 4

один имеет сопротивление $30\Omega_m$, а другой $60\Omega_m$.

Пусть $R_3 = 30\Omega_m$, а $R_4 = 60\Omega_m$ (разумеется)

через резисторы R_3 и R_4 идет ток I_0 .

Найдём напряжения, действующие на резисторах:

P_1, P_2, P_3, P_4 - мощности, действующие
соответственно на резисторах 1, 2, 3, 4.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

ГРАНИЦА 3

$$U_1 = I_1 \cdot R_1$$

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 = I_1^2 \cdot R_1 = 4 A^2 \cdot 30 \Omega_m = 120 B_T$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2$$

$$P_2 = U_2 \cdot I_2 = I_2^2 \cdot R_2 = 1 A^2 \cdot 60 \Omega_m = 60 B_T$$

$$U_3 = I_0 \cdot R_3$$

$$P_3 = U_3 \cdot I_0 = I_0^2 \cdot R_3 = 9 A^2 \cdot 30 \Omega_m = 270 B_T$$

$$U_4 = I_0 \cdot R_4$$

$$P_4 = U_4 \cdot I_0 = I_0^2 \cdot R_4 = 9 A^2 \cdot 60 \Omega_m = 540 B_T$$

$$U_1 = U_2 = U_x = 60 B$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 120 B_T + 60 B_T + 270 B_T + 540 B_T$$

$$R_3 = R_1 = 30 \Omega_m$$

$$R_2 = R_4 = 60 \Omega_m$$

$$P = 120 + 60 + 270 + 540 = 990 B_T$$

$$\begin{array}{r} 180 \\ + 240 \\ \hline 450 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 540 \\ + 240 \\ \hline 780 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 810 \\ + 170 \\ \hline 990 \end{array}$$

Ответ: $I_2 = 1 A$
 $P = 990 B_T$