



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

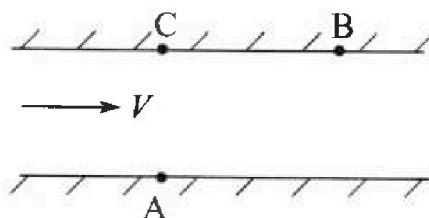
Вариант 09-02

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



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

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



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

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

2) Найдите скорость  $V$  течения реки.

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

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

2. Футболист на тренировке наносит удары по мячу, лежащему на горизонтальной площадке и направляет мяч к вертикальной стенке. После абсолютно упругого соударения со стенкой на высоте

$h = 5,4$  м мяч падает на площадку. Расстояние от точки старта до стенки в 3 раза больше расстояния от стенки до точки падения мяча на площадку.

1) Найдите наибольшую высоту  $H$ , на которой мяч находится в полете.

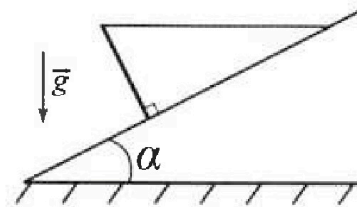
2) Через какое время  $t_1$  после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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

3) Найдите скорость  $U$  стенки в момент соударения.

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $F_{тр}$  трения, действующую на стержень.

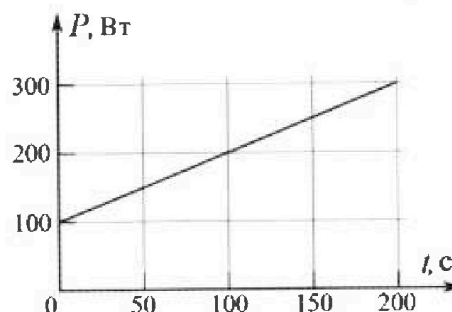
3) При каких значениях коэффициента  $\mu$  трения скольжения стержень будет находиться в покое? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>.

Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 09-02

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

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



1) Найдите мощность  $P_H$  нагревателя.

2) Найдите температуру  $t_1$  воды через  $T = 180$  с после начала нагревания.

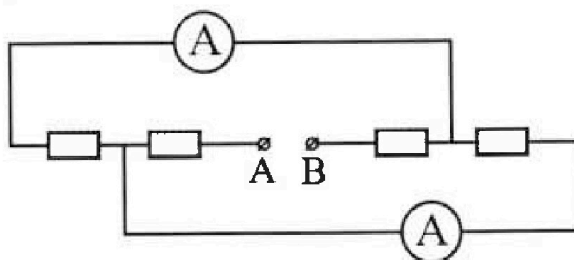
Плотность воды  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ , удельная теплоемкость воды  $c = 4200 \text{ Дж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$ .

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  $I_1 = 2$  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:

|                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Подставим во второе уравнение 1:

$$V_1^2 = V_n^2 + \left(\frac{12V_1}{13}\right)^2 - \left(\frac{5V_1}{13}\right)^2$$

$$V_1^2 = V_n^2 + \frac{144V_1^2}{169} - \frac{25V_1^2}{169} = \frac{119V_1^2}{169}$$

$$\text{Значит } V_1^2 = V_n^2 + \frac{119V_1^2}{169}$$

$$\text{т.е. } V_n^2 = \frac{50V_1^2}{169} = \frac{50}{13} V_1^2$$

$$\text{т.е. } V_n = \frac{50}{13} V_1 = 5V_1 \sqrt{2}$$

$$\text{Справедливо равенство: } V_{x1}^2 + V_{y1}^2 = V_1^2$$

$$V_{y1} = \frac{50}{13} V_1$$

$$\text{и это дает: } V_{y1}^2 + V_{x1}^2 = V_n^2$$

$$\frac{2500}{13} + V_{x1}^2 = V_n^2$$

$$V_{x1}^2 = V_n^2 - V_{y1}^2$$

$$V_{x1}^2 = \frac{50V_1^2}{169} - \frac{25V_1^2}{169} = \frac{25V_1^2}{169}$$

$$\text{т.е. } V_{x1} = \frac{5}{13} V_1$$

$$\text{т.е. справедливо равенство: } V_{x1} + V = \frac{12}{13} V_1$$

$$\frac{5}{13} V_1 + V = \frac{12}{13} V_1$$

$$V = \frac{7}{13} V_1 \approx 0,7 V_1$$

$$\text{Ответ: } V_1 = 0,7 \cdot 1,3 \text{ м/с}^2 = 0,91 \text{ м/с} \quad V_2 = 0,542 \text{ м/с} \quad V = 0,7 \text{ м/с}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

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

Найти  $V_1$  и  $V_2$

$$V_1 = \frac{AB}{T_1} = \frac{\sqrt{d^2 + l^2}}{T_1} = \frac{130}{100} \approx 1,3 \text{ м/с}$$

$$V_2 = \frac{AB}{T_2} = \frac{\sqrt{d^2 + l^2}}{T_2} \approx \frac{130}{240} \approx \frac{13}{24} \approx 0,542 \text{ м/с}$$

Найти  $V$ . Для начала введем обозначения:

$V_{x1}$  - скорость по оси течения воды в первом заплыве

$V_{y1}$  - скорость по оси перпендикулярной течению в 1 заплыве.  $V_n$  - скорость плыва относительно воды.

Тогда верно равенство:

$$V_{y1}^2 + (V_{x1} + V)^2 = V_1^2$$

$$V_{y1}^2 + V_{x1}^2 + V^2 + 2V_1 V_{x1} = V_1^2$$

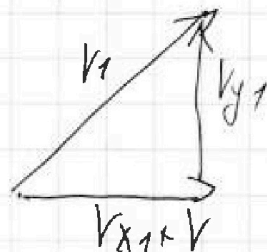
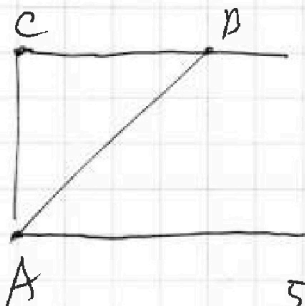
$$\text{Мы знаем, что } V_{y1}^2 + V_{x1}^2 = V_n^2$$

$$\downarrow V_1^2 = V_n^2 + V^2 + 2V_1 V_{x1}$$

$$\text{Мы знаем, что } V^2 + 2V_1 V_{x1} = (V + V_{x1})^2 - V_{y1}^2$$

$$\text{Значит: } V_1^2 = V_n^2 + (V + V_{x1})^2 - V_{y1}^2 \quad (1)$$

Дифференцируем по времени скорости и расстояния:



Т.к. они подставляют в верно равенство

$$\frac{V_{y1}}{V_1} = \frac{d}{\sqrt{d^2 + l^2}} = \frac{50}{130} = \frac{5}{13}$$

$$\text{т.е. } V_{y1} = \frac{5}{13} V_1. \text{ Также } \frac{V_{x1} + V}{V_1} = \frac{120}{130} \Rightarrow V_{x1} + V = \frac{12}{13} V_1$$

проверим наш результат.



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!

получаем:

$$\begin{cases} 2 \cdot 6 V \cos \alpha t_1 - 3 g t_1^2 = 3 \cdot 2h \\ 6 V \cos \alpha t_1 - 6 g t_1^2 = 3H \end{cases}$$

$$3H - 2h = -6g t_1^2 + 9 t_1^2 g$$

$$3H - 2h = 3g t_1^2$$

$$3H = 3g t_1^2 + 2h$$

$$H = g t_1^2 + \frac{2}{3} h$$

Поработаем с формулами:

$3h = 2V \cos \alpha t_1 - \frac{g}{2} t_1^2$  (связывает время  $t_1$  с

$h = V \cos \alpha (3t_1) - \frac{g}{2} \cdot 9t_1^2$  высотой  $h$ )

(поднятая за время  $3t_1$  на высоту  $h$ )

Получим:

$$3h - h = -\frac{3g}{2} t_1^2 + \frac{9}{2} g t_1^2$$

$$2h = \frac{6 t_1^2 g}{2}$$

$$t_1^2 g = \frac{4}{6} h = \frac{2}{3} h$$

Значит:  $H = \frac{2}{3} h + \frac{2}{3} h = \frac{4}{3} h = \frac{4 \cdot 5,4}{3} = 7,2 \text{ м.}$

а  $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{3g}} = \sqrt{\frac{10,8}{30}} = \sqrt{\frac{3,6}{10}} = \sqrt{0,36} = 0,6 \text{ с.}$

Продолжение на следующей;

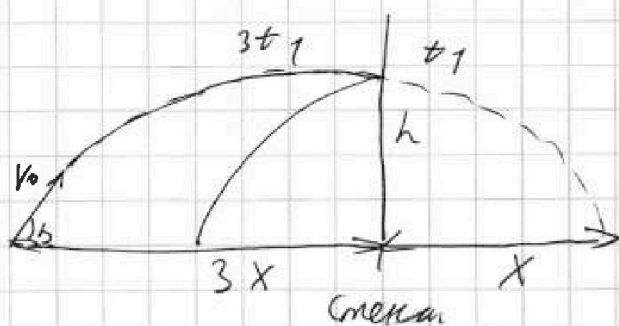
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



1) Т.к удар упругий  
я могу представлять  
весь полет как бросок  
меха с  $v_0$  под углом  $\alpha$   
(отзеркалили траекторию  
от стены)

Пусть  $x$  - расстояние от стены до  $\Delta$  падения  
то  $3x$  - от начала до стены

Заменим

$t_1$  - время полета до

тогда время до столкновения  $= 3t_1$ , а после  $t_1$

Заменим уравнение для  $H$  при  $t = 2t_1$  (среднее

время полета  $2t_1 = \frac{3t_1 + t_1}{2}$  т.к. парабола

симметрична относительно вершины

$$v_0 \sin \alpha \cdot 3t_1 - \frac{g}{2} (3t_1)^2 = h \quad | \cdot 2$$

$$\left\{ \begin{aligned} v_0 \sin \alpha \cdot t_1 - \frac{g}{2} (t_1)^2 &= h \\ v_0 \sin \alpha \cdot 2t_1 - \frac{g}{2} (2t_1)^2 &= H \end{aligned} \right. \quad | \cdot 3$$

То (переведем)

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 V Запишем уравнение, описывающее  
движение тела пока камень не  
двигался, а затем, когда двигался:

$$\begin{cases} V_0 \cos \alpha t_1 = x \\ V_0 \cos \alpha + V - \text{относ. скорости тела относ. земли} \end{cases}$$

$$\begin{cases} (V_0 \cos \alpha + V) t_1 = x + d \end{cases}$$

$$\downarrow V_0 \cos \alpha t_1 - V_0 \cos \alpha t_1 + V t_1 = x + d - d$$

$$V t_1 = d$$

$$\downarrow V = \frac{d}{t_1} = \frac{d}{\sqrt{\frac{2h}{3g}}}$$

$$V = \frac{1,8}{0,6} = 3 \text{ м/с}$$

Ответ:  $H = 7,2 \text{ м}$ ;  $t_1 = 0,6 \text{ с}$ .  $V = 3 \text{ м/с}$ .



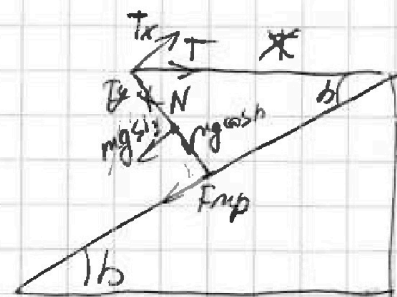
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



Данное равенство см.

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

↓

$$m = \frac{T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{17,3 \cdot \sqrt{3}}{2 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2}}$$

$$\frac{17,3 \sqrt{3}}{10} \approx 1,73 \sqrt{3} \approx 3 \text{ кг}$$

Найти  $F_{tr}$  и  $N$  для равновесия

(одно условие равновесия)

массов! (пусть  $L = \frac{1}{2}$  длины веревки)

$$m T \cdot L \cdot \sin \alpha = F_{tr} L$$

$$F_{tr} = T \sin \alpha = 17,3 \cdot \frac{1}{2} \approx 8,65 \text{ Н}$$

Найти коэффициент трения  $\mu$  (его значение)

$$F_{tr} = \mu N \quad - \quad N = mg \cos \alpha - T \sin \alpha$$

↓

$$F_{tr} = \mu (mg \cos \alpha - T \sin \alpha)$$

$$F_{tr} \geq T \sin \alpha$$

$$\mu (mg \cos \alpha - T \sin \alpha) \geq T \sin \alpha$$

$$\mu \geq \frac{T \sin \alpha}{mg \cos \alpha - T \sin \alpha}$$

$$\mu \geq \frac{T \sin \alpha}{T \cos \alpha - T \sin \alpha}$$

предположение:  $\mu \geq 1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$\mu \geq \frac{\sin b}{\frac{\cos^2 b}{\sin b} - \sin b} \rightarrow \mu \geq \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\frac{3}{4} - \frac{1}{2}}{\frac{1}{2}}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\frac{6}{4} - \frac{2}{4}}{\frac{1}{2}}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2}} = 0,5$$

т.е.  $\mu \geq 0,5$

Найдем  $F_{\text{тр}}$  используя равенство моментов  
Относ. центра тяжести, где  $L$  -  $\frac{1}{2}$  длины стержня.

$$F_{\text{тр}} L = T \cos b L$$

$$F_{\text{тр}} = T \cos b$$

$$F_{\text{тр}} = \frac{17,3 \cdot \sqrt{3}}{2} \approx 15 \approx 15 \text{ Н}$$

Найдем коэф.  $\mu$  (по условию)

$$F_{\text{тр}} = \mu N, \quad N = mg \cos b - T \sin b$$

$$F_{\text{тр}} = \mu (mg \cos b - T \sin b)$$

$$F_{\text{тр}} \geq T \cos b$$

$$F_{\text{тр}} \mu (mg \cos b - T \sin b) \geq T \cos b$$

$$\mu \geq \frac{T \cos b}{T \cos b \cdot \cos b - T \sin b}$$

$$\mu \geq \frac{\cos b}{\cos^2 b - \sin b} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{6}{4} - \frac{1}{2}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{1} = \sqrt{3} \rightarrow \mu \geq \sqrt{3}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  
☐

2  
☐

3  
☒

4  
☐

5  
☐

6  
☐

7  
☐

 МФТИ

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

Ответ:  $m \approx 3 \text{ кг}$ ;  $F_{\text{уп}} \approx 15 \text{ Н}$ ;  $\mu \geq 2\sqrt{3}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



Найдем мощность плитки.  $P_H = \frac{U^2}{R} = \frac{100^2}{25} = 400 \text{ Вт}$

Найдем температуру  $\tilde{t}_1$  в сек  $T = 180^\circ \text{C}$

$Q$  - кол-во потерянной теплоты - найдем по  
площади данного участка:

$$Q = \frac{100 \cdot (100 + K T)}{2} \cdot 180 = \frac{100 + (100 + K T)}{2} \cdot T$$

$$\text{где } K = \text{коэф. грани} \quad K = 1 \rightarrow Q = \frac{200 + T}{2} \cdot T = \frac{100 + T}{2} \cdot T$$

$$= 100T + \frac{T^2}{2} = 18000$$

$Q_c$  - кол-во соотвущей теплоты:

$$Q_c = P_H T - 100Q = P_H T - 100T - \frac{T^2}{2} = (400 - 100)T - \frac{T^2}{2} = 300T - \frac{T^2}{2} = 300T - \frac{T^2}{2} = 300T - \frac{T^2}{2} = 180(20) = 37800 \text{ Дж}$$

Найдем  $\tilde{t}_1$ :  $\tilde{t}_1 = \tilde{t}_0 + \Delta t$  где  $\Delta t$  - изменение

температуры: Найдем  $\Delta t$  из уравнения теплового  
баланса:

$$c V \rho \Delta t = Q_c \rightarrow \Delta t = \frac{Q_c}{c V \rho} = \frac{37800}{4200 \cdot 1000 \cdot 0,001} = 9^\circ \text{C}$$

$$\text{Значит: } \tilde{t}_1 = \tilde{t}_0 + \Delta t = 16 + 9 = 25^\circ \text{C}$$

$$\text{Ответ: } \tilde{t}_1 = 25^\circ \text{C} \quad P = 400 \text{ Вт.}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

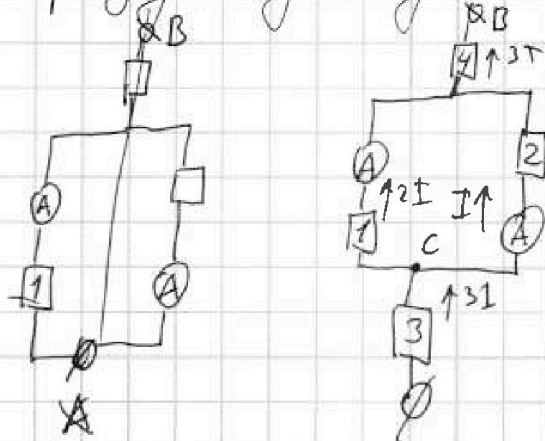
|                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------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



Преобразуем данную схему в эту:



Из по схеме видно, что для достижения  
условия различия показаний необходимо,  
чтобы 1 и 2 резистора были разными  
т.е. 30 и 60  $\Omega$  соответственно  $\rightarrow$  Пусть по резистору проте-  
кает ток  $I$  то на 1 протекает  $I \cdot \frac{60}{30} = 2I$ .

Видно, что наибольший ток  $= 2I \rightarrow 2I = I_1 = 2A$

Значит  $I = 1A$  т.е.  $I_2 = I = 1A$ .

Теперь нужно найти  $P$ .  $P = I^2 R$  и  $I = 1A$  и  $R = 110 \Omega$

тогда  $2I + I \rightarrow$  значит суммарно не и протекает т.е.  
 $3I$ .

Найдём  $P$ ,  $P = (3I)^2 R$ . Найдём:  $R \cdot R =$

$R$  состоит из резисторов 30 и 30 и 60  $\Omega$  соответственно  
и резисторы 1 и 2 по 30 и 60  $\Omega$  соответственно.  $\rightarrow$

$$R = 30 + 60 + \frac{1}{\frac{1}{30} + \frac{1}{60}} = 90 + 20 = 110 \Omega$$

$$\text{Значит } P = 9I^2 R = 9 \cdot 1^2 \cdot 110 = 990 \text{ Вт}$$

$$\text{Ответ: } P = 990 \text{ Вт} ; I_2 = 1A$$



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"/> |

МФТИ

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

$$VT_1 + V_n T_1 \cos \alpha = VT_2 + V_n \cos \beta T_2$$

$$VT_1 + V_n T_1 \cos \alpha = VT_2 + V_n T_2 \cdot \sqrt{1 - \frac{T_1^2 \sin^2 \alpha}{T_2^2}}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\cos \beta} = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha}$$

$$\frac{\cos 60}{\cos 30} = \frac{\sin 30}{\sin 60}$$

$$\frac{1}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}}$$

$$\frac{\sin 45}{\sin 30} = \frac{\cos 30}{\cos 45}$$

$$\frac{\frac{\sqrt{2}}{2}}{\frac{1}{2}} = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}}$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\cos \beta}{\cos \alpha}$$

$$\frac{\sin 45}{\sin 30} = \frac{\cos 30}{\cos 45}$$

$$\begin{cases} V_2^2 = V^2 + V_n^2 + 2VV_n \sqrt{1 - \frac{T_1^2 \sin^2 \alpha}{T_2^2}} \\ V_1^2 = V^2 + V_n^2 + 2VV_n \sqrt{1 - \frac{T_2^2 \sin^2 \alpha}{T_1^2}} \\ (V + V_n \sqrt{1 - \frac{T_2^2 \sin^2 \alpha}{T_1^2}}) T_1 = V + V_n \sqrt{1 - \frac{T_1^2 \sin^2 \alpha}{T_2^2}} T_2 \end{cases}$$

$$\frac{V_2^2 - V^2}{V_n} = V_n \left( V_n + 2V \sqrt{\frac{T_2^2 \sin^2 \alpha}{T_1^2}} \right)$$

$$V_n (T_2 - T_1) =$$

$$VT_1 + V_n T_1 \sqrt{1 - \frac{T_2^2 \sin^2 \alpha}{T_1^2}} = VT_2 + V_n T_2 \sqrt{1 - \frac{T_1^2 \sin^2 \alpha}{T_2^2}}$$

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                        |
| <input 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!

$$(V + V_n \cos \alpha) T_1 = (V + V_n \cos \beta) T_2 \quad \cos \alpha = \frac{T_1}{T_2} \sin \beta$$

$$V_2^2 =$$

$$V_1^2 =$$

$$V_2^2 = \left( \frac{(V + V_n \cos \alpha) T_1}{T_2} \right)^2 + \left( \frac{V T_1}{T_2} \sin \beta \right)^2$$

$$V_2^2 = \left( \frac{T_1}{T_2} \right)^2 \left( (V + V_n \cos \alpha)^2 + (V \sin \beta)^2 \right)$$

$$V_2^2 = \frac{T_1^2}{T_2^2} \left( V^2 + V_n^2 \cos^2 \alpha + 2 V V_n \cos \alpha + V^2 \sin^2 \beta \right)$$

$$(V + V_n \cos \alpha) T_1 = \left( V + V_n \sqrt{1 - \frac{T_1^2 \sin^2 \beta}{T_2^2}} \right) T_2$$

$$V_1^2 = (V + V_n \cos \alpha)^2 + (V_n \sin \alpha)^2$$

$$V_1^2 = V^2 + V_n^2 \cos^2 \alpha + 2 V V_n \cos \alpha + V_n^2 \sin^2 \alpha$$

$$V_1^2 = V_n^2 + V^2 + 2 V V_n \cos \alpha$$

$$V_2^2 = V^2 + V_n^2 \cos^2 \beta + 2 V V_n \cos \beta + V_n^2 \sin^2 \beta$$

$$* \begin{cases} V_2^2 = V^2 + V_n^2 + 2 V V_n \cos \beta \\ V_1^2 = V^2 + V_n^2 + 2 V V_n \cos \alpha \end{cases}$$

$$* \quad (V + V_n \cos \alpha) T_1 = (V + V_n \cos \beta) T_2$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

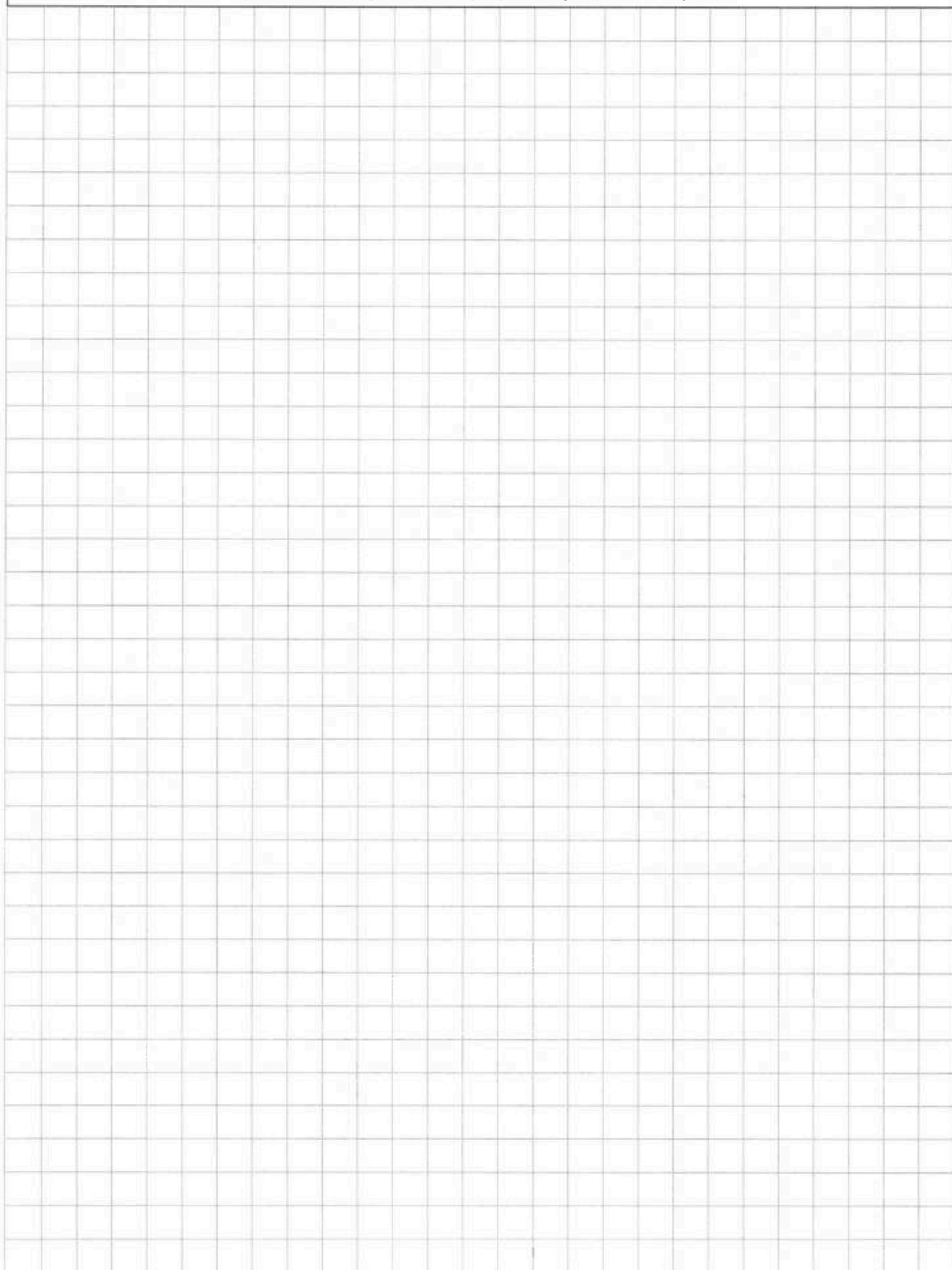
6

☐

7

☐

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



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"/> |

МФТИ

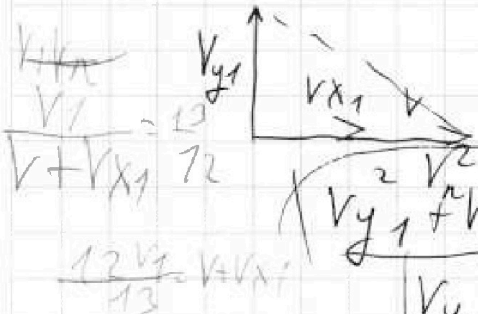
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$V_{x1} = V \cos \alpha \quad V_{x1} = \frac{120 \cdot 1}{13} = 9.23$$

$$V_1^2 = 2V^2 + 2V_{x1}V$$

$$V_2^2 = 2V^2 + 2V_{x2}V \quad V + V_{x1} = (V + V_{x1})^2 \rightarrow 2V_{x1}V$$



$$V_{y1}^2 + V_{x1}^2 + V^2 + 2V_{x1}V = V_1^2$$

$$V_{y2}^2 + V_{x2}^2 + V^2 + 2V_{x2}V = V_2^2$$

$$\frac{V_{x2}}{V_{x1}} = \frac{T_1^2}{T_2^2}$$

$$V_{y1}^2 + V_{x1}^2 = 2V_{x1}V_1^2 = 2V_{x1}^2 + V_{x1}^2 + 2V_{x1}V$$

$$(V_{x1} + V)^2 = V_{x1}^2$$

$$V_{x1}^2 + V_{y1}^2 = V_{x2}^2 + V_{y2}^2$$

$$V_{x1}^2 + V_{y1}^2 = \frac{V_{x1}^2 T_1^4}{T_2^4} + V_{y2}^2$$

$$\begin{cases} 2V_{x1}V = V_1^2 \\ 2V_{x2}V = V_2^2 \end{cases}$$

$$V_2^2 - V_1^2 = 2V(V_{x2} - V_{x1})$$

$$\frac{2V_{x2}V_2^2}{V_1^2} = \frac{V_{x2}}{V_1^2}$$

$$V_{y2} - V_{y1} = V_{x1} \left( 1 - \frac{T_1^4}{T_2^4} \right)$$

$$\frac{V + V_{x1}}{V + V_{x2}} =$$

$$\frac{\frac{130}{T_2^2}}{\frac{130}{T_1^2}} = \frac{\frac{130^2}{T_2^2} \cdot \frac{T_1^2}{130^2}}{\frac{130^2}{T_1^2}} = \frac{V_{x2}^2}{V_{x1}^2}$$

$$V_{x1}^2 = V^2 - V_{y1}^2$$

$$V_{y1}^2 = \left( \frac{5}{13} V_1 \right)^2$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

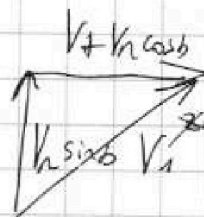
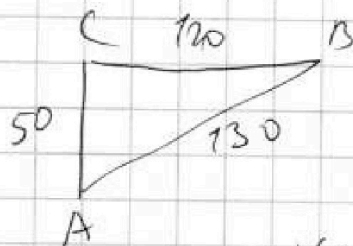
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$V_1 = \frac{130}{T_1} \quad V_2 = \frac{130}{T_2}$$



$$\frac{V_1}{V_n \sin b} = \frac{13}{5}$$

$$V_n \sin b = \frac{5V_1}{13}$$

$$\frac{V_1}{V + V_n \cos b} = \frac{12}{13}$$

$$V + V_n \cos b = \frac{13V_1}{12}$$

$$\frac{V_n \sin b}{V + V_n \cos b} = \frac{5}{12}$$

$$V + V_n \cos b = \frac{12V_1}{13}$$

$$V_n \sin b T_1 = 50$$

$$\frac{5V_1}{13} \cdot T_1 = 50$$

$$\begin{array}{r} \cancel{5V_1} \\ + \frac{5V_1}{13} \\ \hline V + V_n \cos b \end{array} = \frac{5}{12}$$

$$\sin b = \frac{V_n T_1}{50}$$

$$\frac{5V_1}{13(V + V_n \cos b)} = \frac{5}{12}$$

$$V_n \sin b = \frac{V_n T_1}{50} = \frac{5V_1}{13}$$

$$12V_n^2 T_1 = 250V_1$$

$$V_n^2 = \frac{50 \cdot 5V_1}{13T_1}$$

$$V_n = \sqrt{\frac{50 \cdot 5V_1}{13T_1}} \approx 50$$

$$V_n = \sqrt{\frac{50 \cdot 13V_1}{13T_1}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!

$$\frac{V_1}{V \sin \alpha} = \frac{13}{5}$$

$$V_1 \sin \alpha = \frac{5}{13} V_1$$

$$V_{y1} = \frac{5}{13} V_1$$

$$V_{x1} + V = \frac{12}{13} V_1$$

$$\frac{V \sin \alpha}{V + V \cos \alpha} = \frac{5}{12}$$

$$V \sin \alpha = \frac{5}{12} V$$

$$\sin \alpha = \frac{5}{12}$$

$$V \sin \alpha = \frac{5}{13} V_1$$

$$\frac{5}{13} V_1 = \frac{V \sin \alpha}{T_1}$$

$$V \sin \alpha T_1 = V \sin \beta T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$$

$$V + V \cos \alpha T_1 = V T_2$$

$$V T_1 T_2 + V \cos \alpha T_1 T_2 = L T_2$$

$$V T_2 T_1 + V \cos \beta T_1 T_2 = L T_1$$

$$V \cos \alpha T_1 T_2 - V \cos \beta T_1 T_2 = L (T_2 - T_1)$$

$$V \cos \alpha T_1 T_2 - V$$

$$V T_1 T_2 (\cos \alpha - \cos \beta) = L (T_2 - T_1)$$

$$V = \frac{L (T_2 - T_1)}{T_1 T_2 (\cos \alpha - \cos \beta)}$$

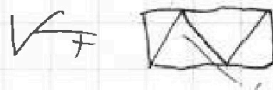
$$V = \frac{L (T_2 - T_1)}{T_1 T_2 (\cos \alpha - \cos \beta)}$$

$$\left( \frac{12}{5} V \sin \alpha \right) T_1 = \left( \frac{12}{5} V \sin \beta \right) T_2$$

$$V \sin \alpha T_1 = d$$

$$V \sin \beta T_2 = d$$

$$(V + V \cos \alpha) T_2 = L$$



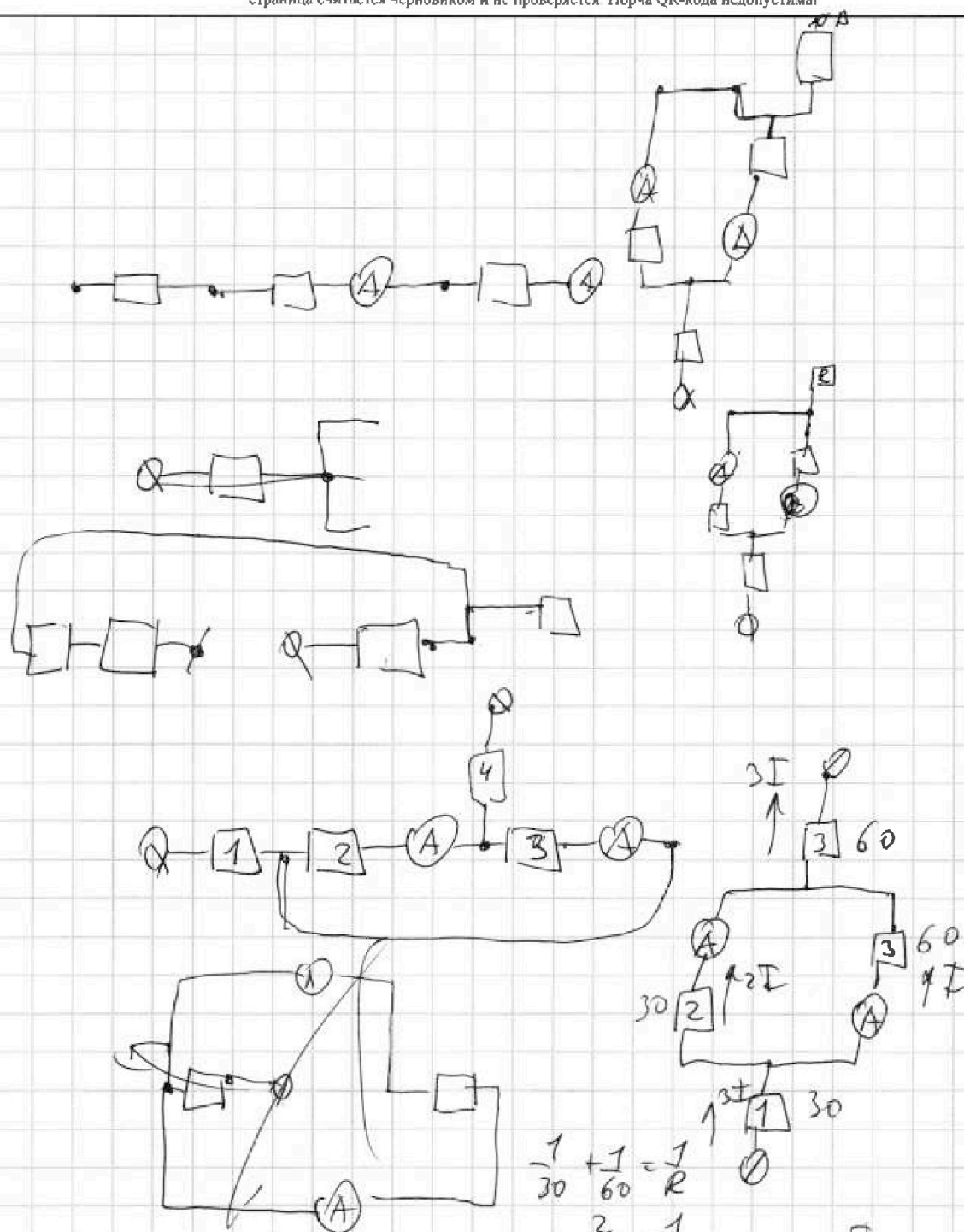
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/> |

**МФТИ**

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



$$\frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{1}{R}$$

$$\frac{3}{60} = \frac{1}{R}$$

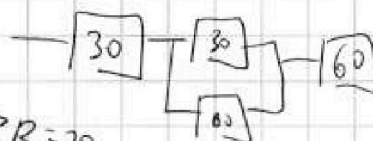
$$I = 1A$$

$$P = I^2 R$$

$$P = 3 \cdot 110 =$$

$$9 \cdot 110 = 990$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{R} \Rightarrow R = 20$$



$$\frac{1}{30} + \frac{1}{60} = \frac{1}{20}$$



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"/> |

МФТИ

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

$$\frac{U^2}{R} = P = \frac{400}{25} = 400 \text{ Вт}$$

$$Q = \frac{100 + (100 + 180) \cdot 180}{2} = \frac{380 \cdot 180}{2} = 190 \cdot 180$$

$$\begin{array}{r} 7 \\ \times 18 \\ \hline 152 \\ 190 \\ \hline 34200 \text{ Дж} \end{array}$$

$$4 Q_c = P t - Q = 400 \cdot 180 - Q = 400 \cdot 180 - 180 \cdot 190 = 180 (400 - 190) = 180 \cdot 210 = 37800$$

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 18 \\ \hline 168 \\ 210 \\ \hline 378 \end{array}$$

$$t_1 = t_0 + \Delta t$$

$$\Delta t \quad c m \Delta t = Q_c$$

$$m = 0$$

$$37800 / 4200 = 9$$

$$c \Delta t = \frac{Q_c}{cm} = \frac{37800}{4200 \cdot 1} = 9^\circ \text{C}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!

$$T \sin \alpha = F_{\text{уп}}$$

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

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

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

$$\frac{T \cos \alpha}{\sin \alpha} = 2T \cos \alpha$$

$$mg = \frac{T \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

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

$$\frac{T \cos \alpha}{\sin \alpha} \cos \alpha = 2T \cos \alpha$$

$$\frac{T \cos \alpha}{\sin \alpha} = 2$$

$$\frac{T \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{2T \sin \alpha}{\cos \alpha}$$

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

$$2 \cdot \frac{1}{2} = 1$$

$$\frac{3}{4}$$

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

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

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

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

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

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

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

$$mg = 2T$$

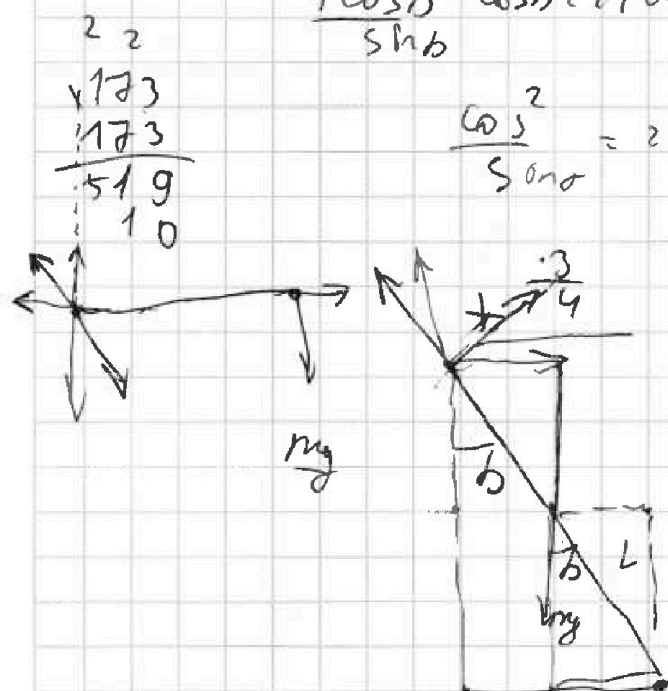
$$mg \sin \alpha = T \cos \alpha$$

$$mg \cos \alpha = N$$

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

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

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



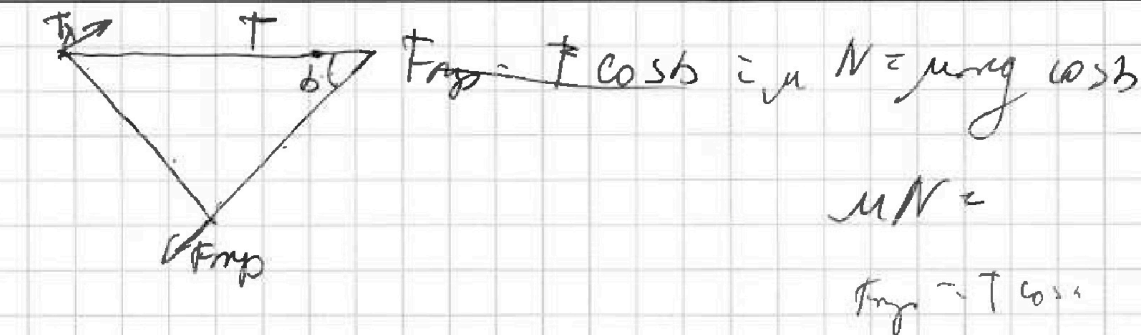
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!

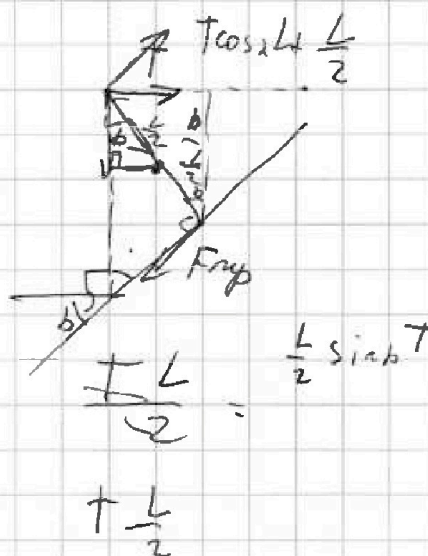
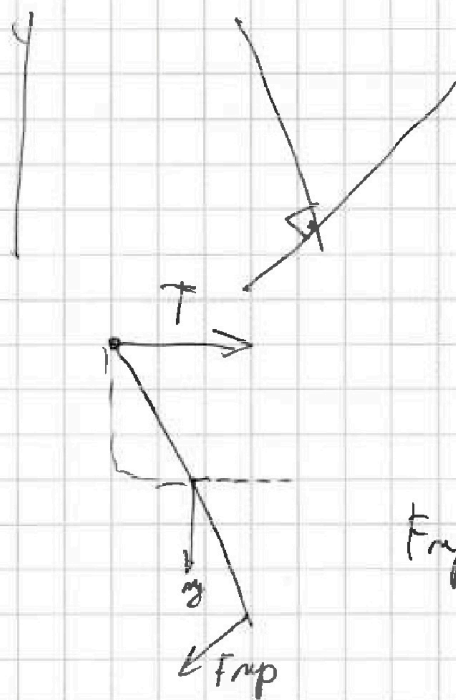


$$T \cos \alpha = mg$$

$$T \cos \alpha = \frac{mg \sin \alpha \cdot L}{2}$$

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

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



$$F_{\text{нп}} \frac{L}{2} = T \frac{L}{2} \sin \alpha$$

$$F_{\text{нп}} = T \sin \alpha$$



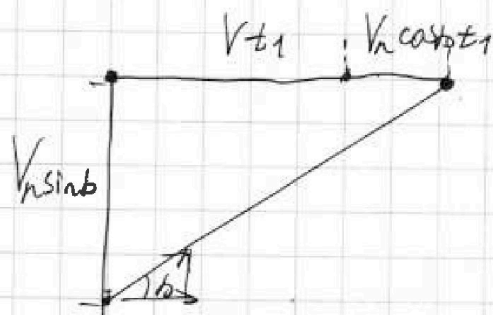
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!



$$(V + V_n \cos \alpha) / v_1 = L$$

$$V_n \sin \alpha =$$

$$V_n \sin \alpha T_1 = V_n \sin \beta T_2$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{T_2}{T_1} \quad (1)$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$(V + V_n \cos \alpha) T_1 = (V + V_n \cos \beta) T_2 \quad (2)$$

$$\frac{\sin^2 \alpha}{\sin^2 \beta} = \frac{T_2^2}{T_1^2}$$

$$\frac{V + V_n \cos \alpha}{V + V_n \cos \beta} = \frac{T_2}{T_1} \quad (3)$$

$$V_1^2 = (V + V_n \cos \alpha)^2 + (V_n \sin \alpha)^2 \quad (4; 5)$$

$$V_2^2 = (V + V_n \cos \beta)^2 + (V_n \sin \beta)^2$$

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V + V_n \cos \alpha}{V + V_n \cos \beta}$$

$$\sin \alpha (V + V_n \cos \beta) = \sin \beta (V + V_n \cos \alpha)$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

$$V \sin \alpha T_1 = V_n \sin \beta T_2$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} (1)$$

$$(V + V_n \cos \alpha) T_1 = (V + V_n \cos \beta) T_2$$

$$V T_1 + V_n \cos \alpha T_1 = V T_2 + V_n \cos \beta T_2$$

$$V(T_1 - T_2) = V_n(T_2 \cos \beta - T_1 \cos \alpha)$$

$$\sin \beta = \frac{T_1 \sin \alpha}{T_2}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta} = \sqrt{1 - \frac{T_1^2 \sin^2 \alpha}{T_2^2}}$$

$$(V + V_n \cos \alpha) T_1 = (V + V_n \cos \beta) T_2$$

$$V^2 T_1^2 = (V + V_n \cos \alpha)^2 T_1^2 + (V \sin \alpha)^2 T_1^2$$

$$(V + V_n \cos \beta)^2 T_2^2 - T_1^2 V^2 = (V + V_n \cos \alpha)^2 T_1^2 - (V + V_n \cos \beta)^2 T_2^2$$

$$+ (V \sin \alpha)^2 T_1^2 - (V \sin \beta)^2 T_2^2$$

$$(V + V_n \cos \beta)^2 T_2^2 - T_1^2 V^2 = - (V \sin \alpha)^2 T_1^2$$



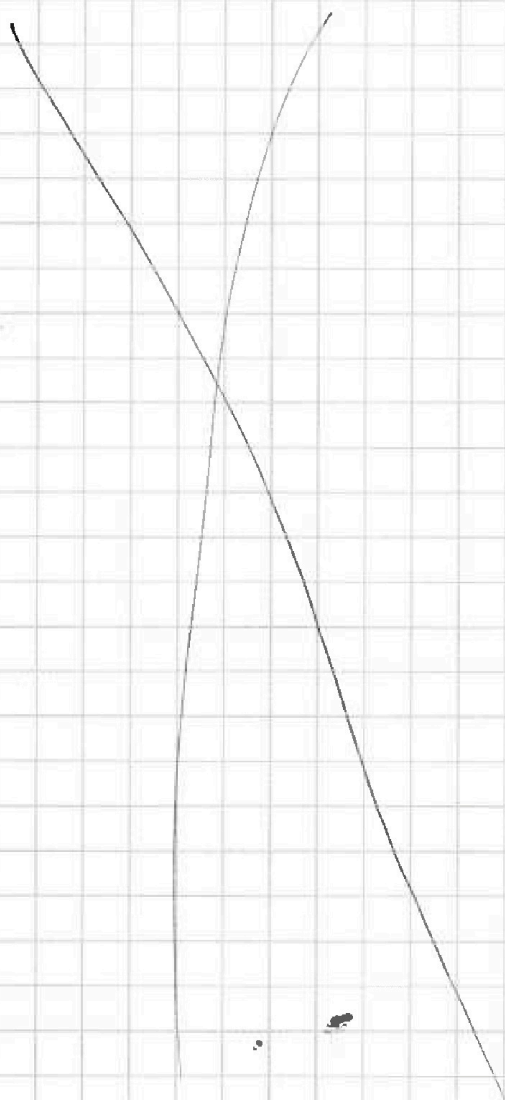
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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







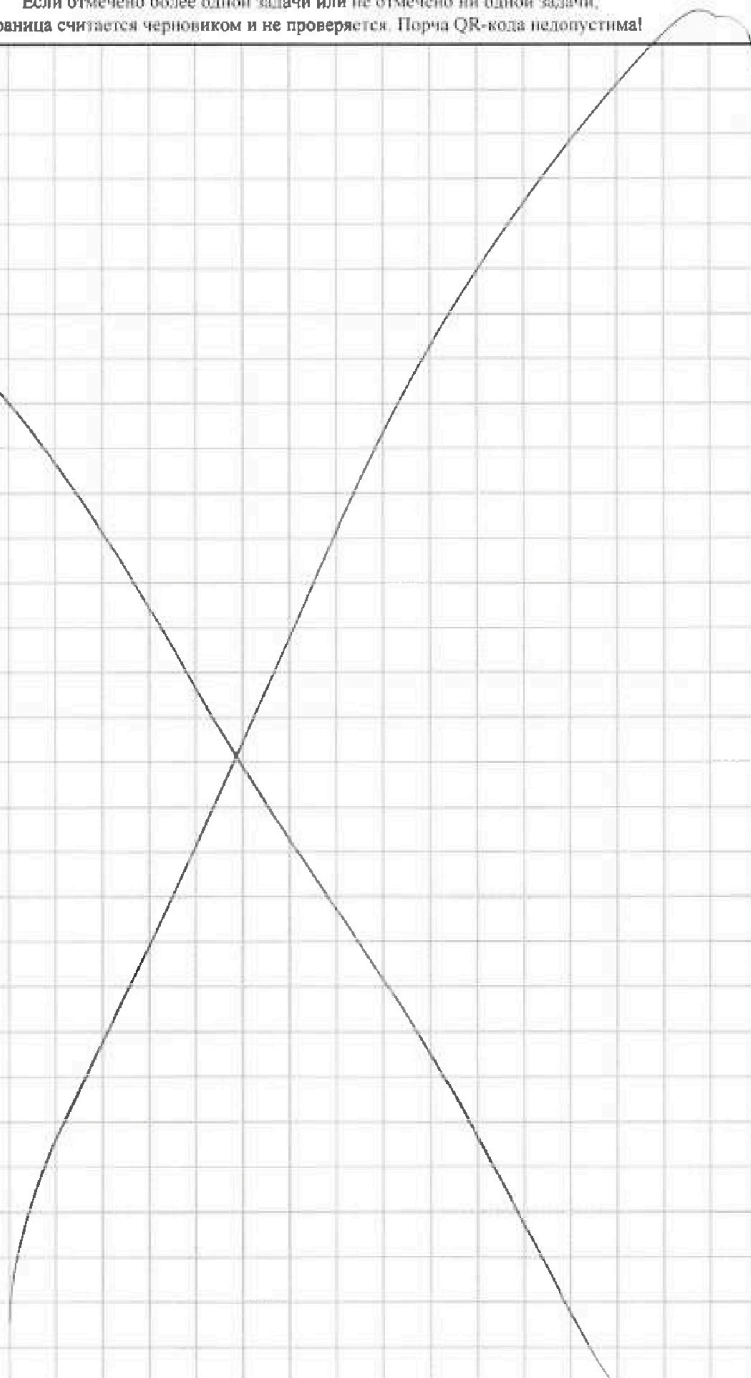
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/> |

 МФТИ

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                        |
| <input 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!

$$\underbrace{v_{y1}^2 + v_{x1}^2}_{v_n^2} + v^2 + 2v_{x1}v = v_1^2$$

$$v_n^2 + v^2 + 2v_{x1}v = v_1^2$$

$$= (v + v_{x1})^2 - v_{x1}^2$$

$$v_n^2 + (v + v_{x1})^2 - v_{x1}^2$$

$$v_{x1}^2 = v_n^2 - v_{y1}^2$$

$$v_{y1}^2 = v_n^2$$

$$\frac{v_{y1}}{v_1} = \frac{5}{13}$$

$$v_{y1} = \frac{5}{13}v_1$$

$$\frac{v_1}{(v + v_{x1})} = \frac{13}{12}$$

$$u_y$$

$$\frac{v_1}{v + v_{x1}} = \frac{13}{12}$$

$$v + v_{x1} = \frac{12}{13}v_1$$

$$\left(\frac{13}{13}\right)^2 v_1^2 + \frac{25}{13^2} v_1^2$$

$$v_{y1} = \frac{5}{13}v_1$$

$$v_{y1}^2 = \frac{25}{169}$$



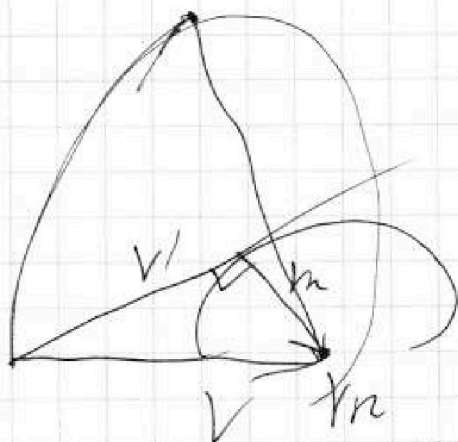
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/> |

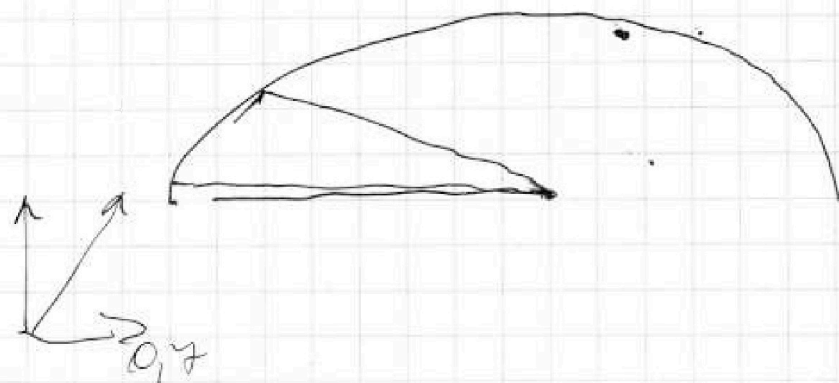
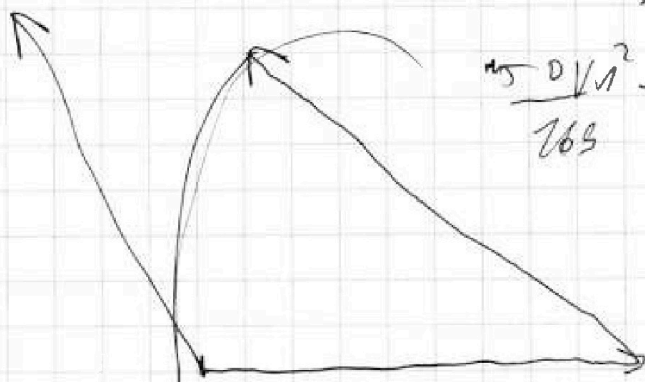
МФТИ

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



$$V_1 = V^2 - V_n^2 = \frac{44}{1} - \frac{49}{169} = 50$$

$$\frac{450V_1^2 - 45V^2}{169}$$







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"/> |

МФТИ

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

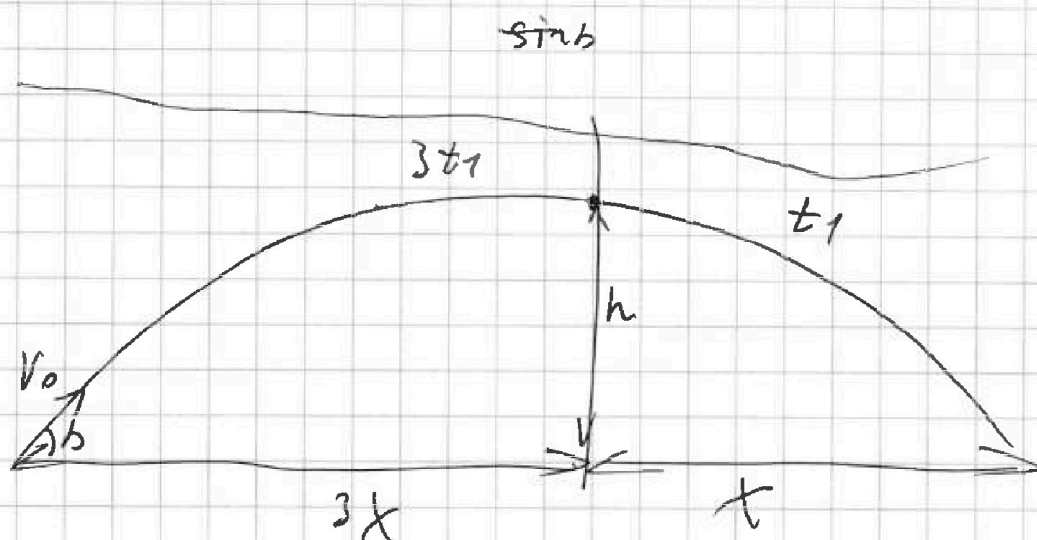
$$\frac{\sin b}{\cos b} = \frac{V_y}{V_x} = \frac{V \sin b}{V + V_a \cos b}$$

$$\frac{\cos b}{\sin b} = \frac{V_a \sin b}{V} + \frac{\sin b}{\cos b}$$

$$120 \cdot 50 V \sin b = 130 V$$

$$120 \cdot 50 V \sin b - 120 \cdot 50 V \cos b = 130 \cdot 50 V \sin b - 120 \cdot 130 V \cos b + 130 \cdot 70 V \cos b$$

$$120 \cdot 50 V \sin b - 120 \cdot 120 V \cos b = 130 \cdot 50 V \sin b - 130 \cdot 50 V \cos b$$



$$V_0 \sin b \cdot 2 \cdot 3t_1 - \frac{g}{2} (3t_1)^2 = h$$
$$3 \left( V_0 \sin b \cdot 2t_1 - \frac{g}{2} 4t_1^2 \right) = H$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!



$$\frac{V + V_n \cos \beta}{V + V_n \sin \beta} = \frac{50}{120}$$

$$\frac{V_1}{V + V_n \cos \beta} = \frac{130}{120}$$

$$50V + 50V_n \cos \beta = 50V + 50V_n \sin \beta$$

$$120V + 120V_n \cos \beta = 50V + 50V_n \sin \beta$$

$$70V = V_n (50 \sin \beta - 120 \cos \beta)$$

$$V_n = \frac{70V}{50 \sin \beta - 120 \cos \beta}$$

$$V_n^2 =$$

$$120V_1 = 130V + 130V_n \cos \beta$$

$$V_n = \frac{70V}{50 \sin \beta - 120 \cos \beta}$$

$$50 \sin \beta - 120 \cos \beta$$

$$120V_1 = 130V + \frac{130 \cdot 70V \cos \beta}{50 \sin \beta - 120 \cos \beta}$$

$$50 \sin \beta - 120 \cos \beta$$

$$\frac{V_1}{V_2} =$$

$$V_{x1} T_1 = V_{x2} T_2$$

$$V_y$$

$$(V + V_n \cos \beta) / T_1 = (V + V_n \cos \beta) / T_2$$

$$V + V_n \cos \beta \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$$

$$\left( V + \frac{70V \cos \beta}{50 \sin \beta - 120 \cos \beta} \right) T_1 = \left( V + \frac{70V \cos \beta}{50 \sin \beta - 120 \cos \beta} \right) \sqrt{1 - \frac{T_1^2 \sin^2 \beta}{T_2^2}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

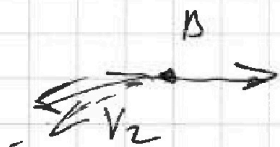
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

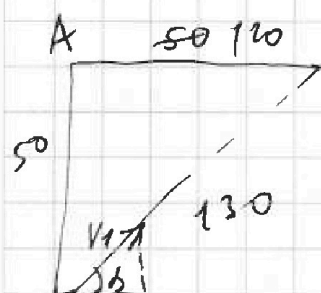
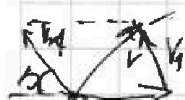
МФТИ

с



$$BC = 120 \text{ m} = L$$

$$AC + d = 50 \text{ m}$$



$$T_1 = \frac{S}{\rho}$$

$$T_1 = \frac{d}{V_1 \sin \alpha}$$

$$T_2 =$$

$$V_1 \sin \alpha T_1 = d = 50$$

$$V_1 \cos \alpha T_1 = 120$$

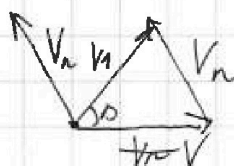
$$V_1^2 T_1^2 = 50^2 + 120^2$$

$$V_1 T_1 = 130$$

$$V_1 = \frac{130}{T_1} = \frac{130}{100} = 1,3 \text{ m/c}$$

$$V_1 =$$

$$V_1$$



$$AB = \sqrt{d^2 + L^2}$$

$$T_1 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{V_1}$$

$$V_1 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1}$$

$$V_1 = \frac{130 \text{ m}}{100} = 1,3 \text{ m/c}$$

$$V_2 = \frac{24 \cdot 130}{240} = \frac{13}{10} = 1,3 \text{ m/c}$$

$$\begin{array}{r} 130 \overline{) 24} \\ 120 \overline{) 0,5416} \\ \underline{200} \\ 40 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 40 \overline{) 24} \\ \underline{160} \\ 80 \end{array}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

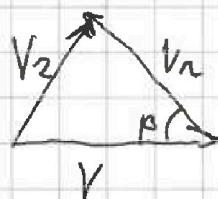
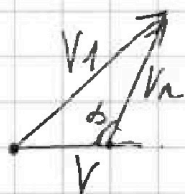
|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

МФТИ

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

$$V_1 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_1}; \quad V_2 = \frac{\sqrt{d^2 + L^2}}{T_2}$$

$$V_1 = \frac{130}{100} = 1,3 \text{ м/с} \quad V_2 = \frac{130}{240} = 0,542 \text{ м/с}$$

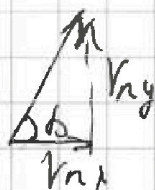


$$\begin{cases} V_1^2 = V_n^2 + V^2 - 2VV_n \cos \alpha \\ V_2^2 = V_n^2 + V^2 - 2VV_n \cos \beta \end{cases}$$

$$V_1^2 - V_2^2 = 2VV_n(\cos \beta - \cos \alpha)$$

$$x: V + V_n \cos \alpha = \frac{L}{T_1}$$

$$y: \begin{cases} V \cos \alpha = \frac{d}{T_1} \\ V \sin \alpha = \frac{d}{T_1} \end{cases}$$



$$V_1^2 = (V + V_n \cos \alpha)^2 + (V \sin \alpha)^2$$



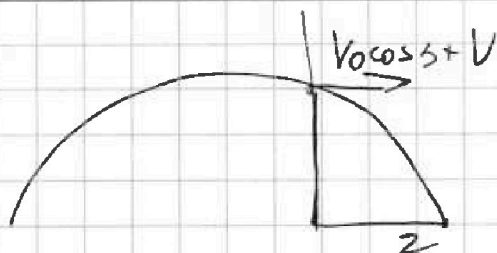
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



$$V \cos \alpha t_1 = z$$

$$(V \cos \alpha + U) t_1 = z + d$$

$$\begin{cases} V \cos \alpha t_1 = z \\ V \cos \alpha t_1 + U t_1 = z + d \end{cases}$$

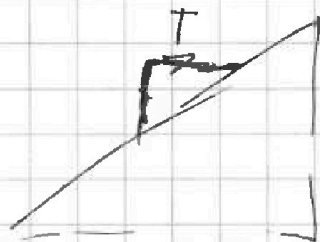
$$U t_1 = d$$

$$U = \frac{d}{t_1}$$

$$U = \frac{d}{\sqrt{\frac{2h}{3g}}} = \frac{1,8}{0,6} = 3 \text{ м/с}$$

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

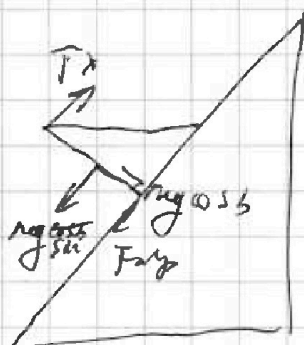
$$mg \cos \alpha = FN$$



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

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

$$m = \frac{T \cos \alpha}{g \sin \alpha} = \frac{T}{g \tan \alpha}$$



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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1                        | 2                        | 3                        | 4                        | 5                        | 6                        | 7                        |
| <input 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!

$$\begin{cases} 6 \cos \alpha \cdot t_1 - g \cdot t_1^2 = 2h \\ 6 \cos \alpha \cdot 3t_1 - \frac{3g}{2} 9t_1^2 = 3H \end{cases}$$

$$3H - 2h = -6gt_1^2 + gt_1^2$$

$$3H - 2h = 3t_1^2 g$$

$$3H = 3t_1^2 g + 2h$$

$$H = t_1^2 g + \frac{2}{3}h$$

Найдем  $t_1$

$$\begin{cases} h = \cos \alpha \cdot t_1 - \frac{g}{2} t_1^2 \\ h = \cos \alpha \cdot 3t_1 - \frac{g}{2} 9t_1^2 \end{cases}$$

$$\begin{array}{r} 108 \mid 3 \\ 9 \cdot 3 \mid 3,6 \\ 18 \end{array}$$

$$2 \cos \alpha$$

$$3h - h = -\frac{g}{2} t_1^2 \cdot 3 + \frac{g}{2} 9t_1^2$$

$$2h = \frac{6t_1^2 g}{2}$$

$$2h = 3t_1^2 g$$

$$h = \frac{3}{2} t_1^2 g$$

$$t_1^2 g = \frac{2h}{3} = \frac{2}{3}h \Rightarrow H = \frac{2}{3}h + \frac{2}{3}h = \frac{4}{3}h$$

$$= \frac{4 \cdot 5,4}{3} = 7,2 \text{ м.}$$

$$t_1^2 g = \frac{2h}{3} \Rightarrow t_1 = \sqrt{\frac{2h}{3g}}$$