



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

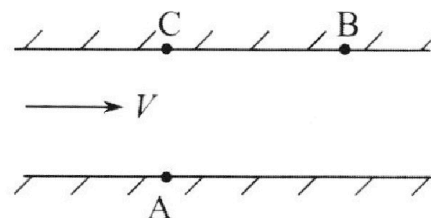
Вариант 09-02

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.

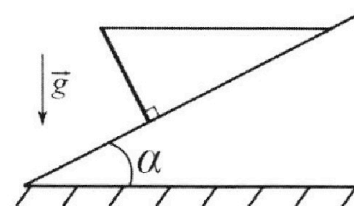
- 1) Найдите наибольшую высоту  $H$ , на которой мяч находится в полете.
- 2) Через какое время  $t_1$  после соударения со стенкой мяч упадет на поле?

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

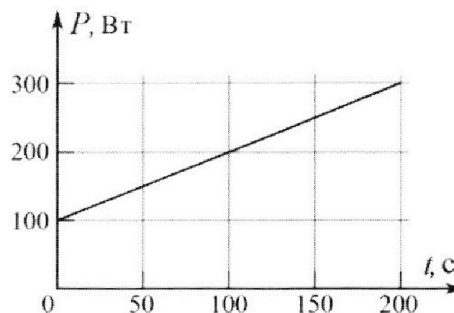
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Воду объемом  $V = 1$  л нагревают на электроплитке. Начальная температура воды  $\tilde{t}_0 = 16$  °С. Сопротивление спирали электроплитки  $R = 25$  Ом, напряжение источника  $U = 100$  В. Зависимость мощности  $P$  тепловых потерь от времени  $t$  представлена на графике (см. рис.).

- 1) Найдите мощность  $P_H$  нагревателя.
- 2) Найдите температуру  $\tilde{t}_1$  воды через  $T = 180$  с после начала нагревания.

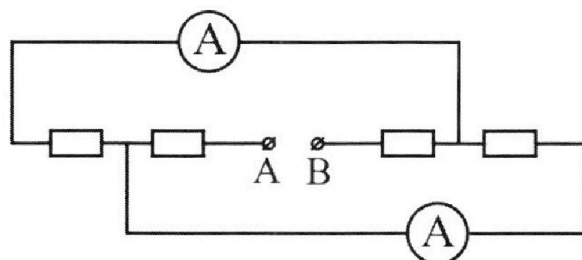
Плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°С).



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. Больше показание  $I_1 = 2$  А.

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



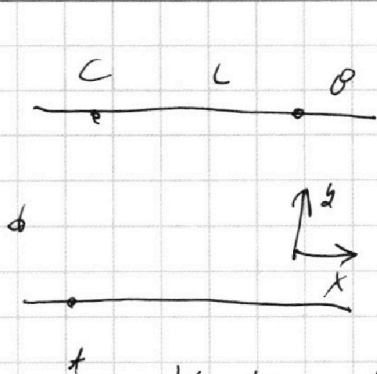
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



н.п. ①

$$v_{1y} = \frac{d}{T_1}$$

$$v_{1x} = \frac{L}{T_1} - v_p$$

②

$$v_{2y} = \frac{d}{T_2}$$

$$v_{2x} = \frac{L}{T_2} - v_p$$

$v_x, v_y$  - вертикальные и горизонтальные проекции скорости в 1 и 2 шарах

$v_1 = v_2$   $v_1, v_2$  - полные скорости относительно воды  $v_p$  - скорость течения

$$\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1} - v_p\right)^2 = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_2} - v_p\right)^2$$

$$\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1}\right)^2 - \frac{2Lv_p}{T_1} + v_p^2 = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 - \frac{2Lv_p}{T_2} + v_p^2$$

$$\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1}\right)^2 - \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 - \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 = \frac{2Lv_p}{T_1} - \frac{2Lv_p}{T_2}$$

$$d^2 \left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}\right) + L^2 \left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}\right) = 2Lv_p \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

$$\left(\frac{1}{T_1^2} - \frac{1}{T_2^2}\right) (d^2 + L^2) = 2Lv_p \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

$$\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) \left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}\right) (d^2 + L^2) = 2Lv_p \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

$$v_p = \frac{\left(\frac{1}{T_1} + \frac{1}{T_2}\right) (d^2 + L^2)}{2L} = \frac{\left(\frac{1}{100} + \frac{1}{240}\right) (18900)}{2 \cdot 40} = \frac{2843}{260} \text{ м/с}$$

$$1) v_1 = \frac{S}{T_1} \quad S = \sqrt{L^2 + d^2} \quad v_1 = 1,3 \text{ м/с}$$

$$v_2 = \frac{S}{T_2} \quad S = \sqrt{L^2 + d^2} \quad v_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$$

$$3) v_{1x} \cdot t = 3 \text{ км/ч} = \frac{120}{60} = 2 \text{ км}$$

т.к. это больше  $v_p$ , тобы достичь точки след, нужно его не можно, тогда  $S = 120$

Ответ: ~~1,3 м/с~~;  $v_1 = 1,3 \text{ м/с}$ ;  $\frac{2843}{260} \text{ м/с} - v_p$ ;  $S = 120 \text{ м}$

$$v_2 = \frac{13}{24} \text{ м/с}$$

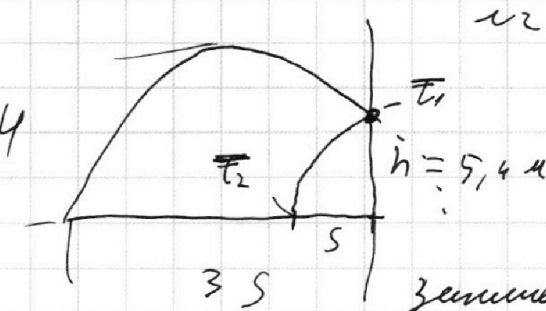
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



~~Обозначения  $\tau_1, \tau_2$  - время,  $v_x$  - горизонтальная~~  
 $\tau_1, \tau_2$  - время, прошедшее до соответствующих точек.  
 $S$  - единица расстояния  
 $v$  - вертикальная скорость  
 $h$  - высота

Заметим!  $h = v\tau - \frac{g\tau^2}{2}$

$$-\frac{g}{2}\tau^2 + v\tau - h = 0$$

$$\tau_{1,2} = \frac{2(-v \pm \sqrt{v^2 - 2gh})}{-g}$$

получили  $\tau_1 = \frac{2(-v - \sqrt{v^2 - 2gh})}{-g}$  время полета до м.  $\tau_1$

$\tau_2 = \frac{2(-v + \sqrt{v^2 - 2gh})}{-g}$  время полета от м.  $\tau_1$  до м.  $\tau_2$

$v_x$  - горизонтальная скорость движения (в конце движения скорость)

$$3S = v_x \tau_1 \quad \frac{3S}{2S} = \frac{\tau_1}{\tau_2} \quad \text{подставим}$$

$$S = v_x \tau_2$$

$$\frac{3}{2} = \frac{2(-v - \sqrt{v^2 - 2gh}) \cdot (-g)}{2(-v + \sqrt{v^2 - 2gh})}$$

$$3(-v + \sqrt{v^2 - 2gh}) = -v - \sqrt{v^2 - 2gh}$$

$$-3v + 3\sqrt{v^2 - 2gh} = -v - \sqrt{v^2 - 2gh} \quad | \cdot -1$$

$$3v - 3\sqrt{v^2 - 2gh} = v + \sqrt{v^2 - 2gh}$$

$$2v = 4\sqrt{v^2 - 2gh} \quad |^2$$

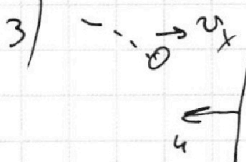
$$v^2 = 4v^2 - 8gh$$

$$3v^2 = 8gh \rightarrow v^2 = \frac{8}{3}gh = \frac{8}{3} \cdot 5,4 \cdot 10 = 144, v = 12 \text{ м/с}$$

тогда  $h = \frac{v^2}{2g} = \frac{144}{20} = \frac{72}{10} = 7,2 \text{ м}$

так - подставим  $v$  в формулу  $\tau_2$ :

$$\tau_1 = \tau_2 = \frac{2(-12 + \sqrt{144 - 108})}{-10} = \frac{2(-12 + 6)}{-10} = \frac{-12}{-10} = 1,2 \text{ с}$$



отн. точки, как поле отправления будет дви-  
 жением со  $v = v_x + 4$ , по м. и точка сама  
 движется,  $v_{x2} = v_x + 24$      $v = \frac{S}{t}$

$$\begin{cases} S = v_x t \\ S + 7,8 = (v_x + 24)t \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow v_x t + 7,8 = v_x t + 24t$$

$$7,8 = 24t \quad t = \frac{7,8}{24} = 0,325 \text{ м/с}$$

ответ:  $h = 7,2 \text{ м}; t = 0,325 \text{ м/с}$

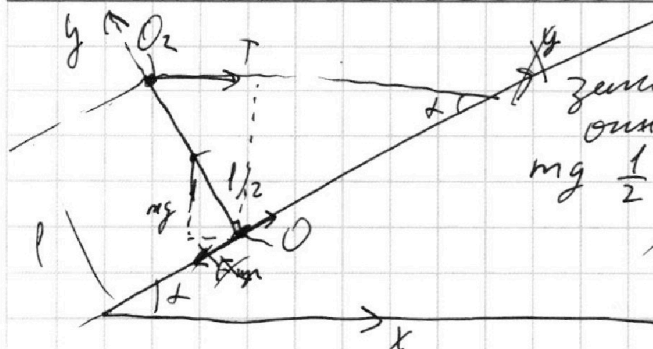
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



обозначим  $l$  - длину нити  
 Землем удобно считать центр.  
 ось  $O$ :

$$mg \frac{l}{2} \sin 30 = T l \cos 30$$

$$mg = 2T \frac{\cos 30}{\sin 30}$$

$$m = \frac{2T \cos 30}{g \sin 30} =$$

$$= \frac{2T \sqrt{3} \cdot 2}{g \cdot 1} = \frac{2T \sqrt{3}}{g} =$$

$$= 2 \cdot 1,73 \cdot \sqrt{3} \approx 2 \cdot 3 \approx 6 \text{ кг}$$

$$1,73 \approx \sqrt{3} \quad m \approx 2 \cdot 3 \approx 6 \text{ кг}$$

$$m = 2,46 \sqrt{3} \text{ кг}$$

Землем удобно выразим на  $Ox$ :

$$T = F_{\text{уп}} \cos 30$$

$$11,3 = F_{\text{уп}} \frac{\sqrt{3}}{2} \quad F_{\text{уп}} = \frac{11,3 \cdot 2}{\sqrt{3}} \approx 20 \text{ Н} \quad \text{натот} = \frac{34,6}{\sqrt{3}} \text{ Н}$$

Землем удобно считать ось  $Oz$ :

$$\frac{l}{2} mg \sin \alpha = F_{\text{уп}} \quad F_{\text{уп}} = \frac{mg}{4} \approx 15 \text{ Н}$$

Землем ось выразим на  $Oy$ :

$$N = T \sin \alpha + mg \cos \alpha \quad N = 11,3 \cdot \frac{1}{2} + 60 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \approx \frac{10\sqrt{3}}{2} + 30\sqrt{3} =$$

$$F_{\text{уп}} = \mu N \quad \mu = \frac{F_{\text{уп}}}{N} = \frac{15}{35\sqrt{3}} = \frac{3}{7\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{7} = \sqrt{3} (35)$$

$$\text{Ответ: } m = 2,46 \sqrt{3} \text{ кг} \approx 6 \text{ кг}; F_{\text{уп}} = 15 \text{ Н}; \mu \geq \frac{\sqrt{3}}{7}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

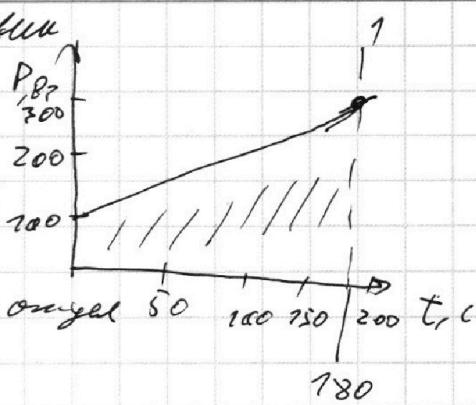
МФТИ

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

$T = 180 \text{ с}$   
 $V = 1 \text{ л}$   
 $t_0 = 16 \text{ с}$   
 $R = 25 \text{ Ом}$   
 $U = 100 \text{ В}$

$m = \rho V = 1 \text{ кг}$   
(масса воды)

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



Q - кол-во теплоты, которую он успевает нагреть за  $T = 180 \text{ с}$

$$Q = P_H T = 180 \cdot 400 = 72000 \text{ Дж}$$

Она распределяется как теплота воды и как  $Q_H$  - потери

$Q_H$  найдем как зумеренная мощность за  $T$ .

1)  $P_1$  - мощность воды при  $T = 180 \text{ с}$ .

$$P = 100 + t \text{ - зависимость мощности от } t \text{ (время)}$$
$$P_1 = 100 + 180 = 280 \text{ Вт}$$

$$Q_H = \frac{(280 + 100)}{2} \cdot 180 = 380 \cdot 90 = 34200 \text{ Дж}$$

$$Q = Q_H + mC(t_1 - t_0)$$

$$mC(t_1 - t_0) = Q - Q_H$$

$$t_1 = \frac{Q - Q_H}{mC} + t_0 = \frac{72000 - 34200}{4200 \cdot 1} + 16 =$$

$$= \frac{37800}{4200} + 16 = 9 + 16 = 25'$$

Ответ:  $t_1 = 25'$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

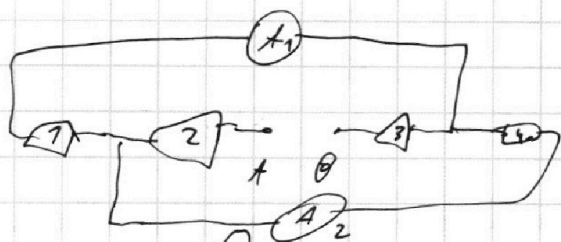
1  2  3  4  5  6  7



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



№ 5 Мессинга

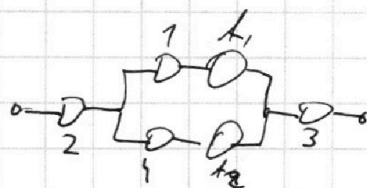
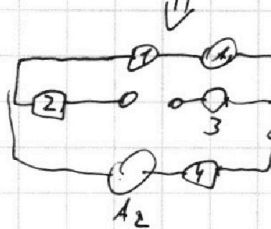


1) промежуток резисторов 4

длина  $(L_i)$

$A_1$  параллельно  $R_1$

$A_2$  параллельно  $R_4$



м.к. показана резистор, при этом  $R_1$  и  $R_4$

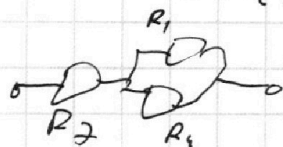
$I_1 = 2A, R_1 = 30 \text{ ом}$  (меньше из комбинации)

и тогда  $I_2 = 1A, R_4 = 60 \text{ ом}$  1)  $I_2 = 1A$

(так как между резисторами)

$I_0$  - общий ток  $= I_1 + I_2 = 3A$

м.к. резисторы 2 и 3 параллельно, их можно заменить на  $R_2 = 30 + 60 = 90 \text{ ом}$



$$R_0 = R_2 + \frac{R_1 R_4}{R_1 + R_4} = 90 + \frac{30 \cdot 60}{90} = \frac{1800}{90 + 90}$$

общ. сопротивление

$$= 20 + 90 = 110 \text{ ом}$$

$$P = I^2 R_0 = I_0^2 R_0 = 3^2 \cdot 110 = 990 \text{ Вт}$$

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



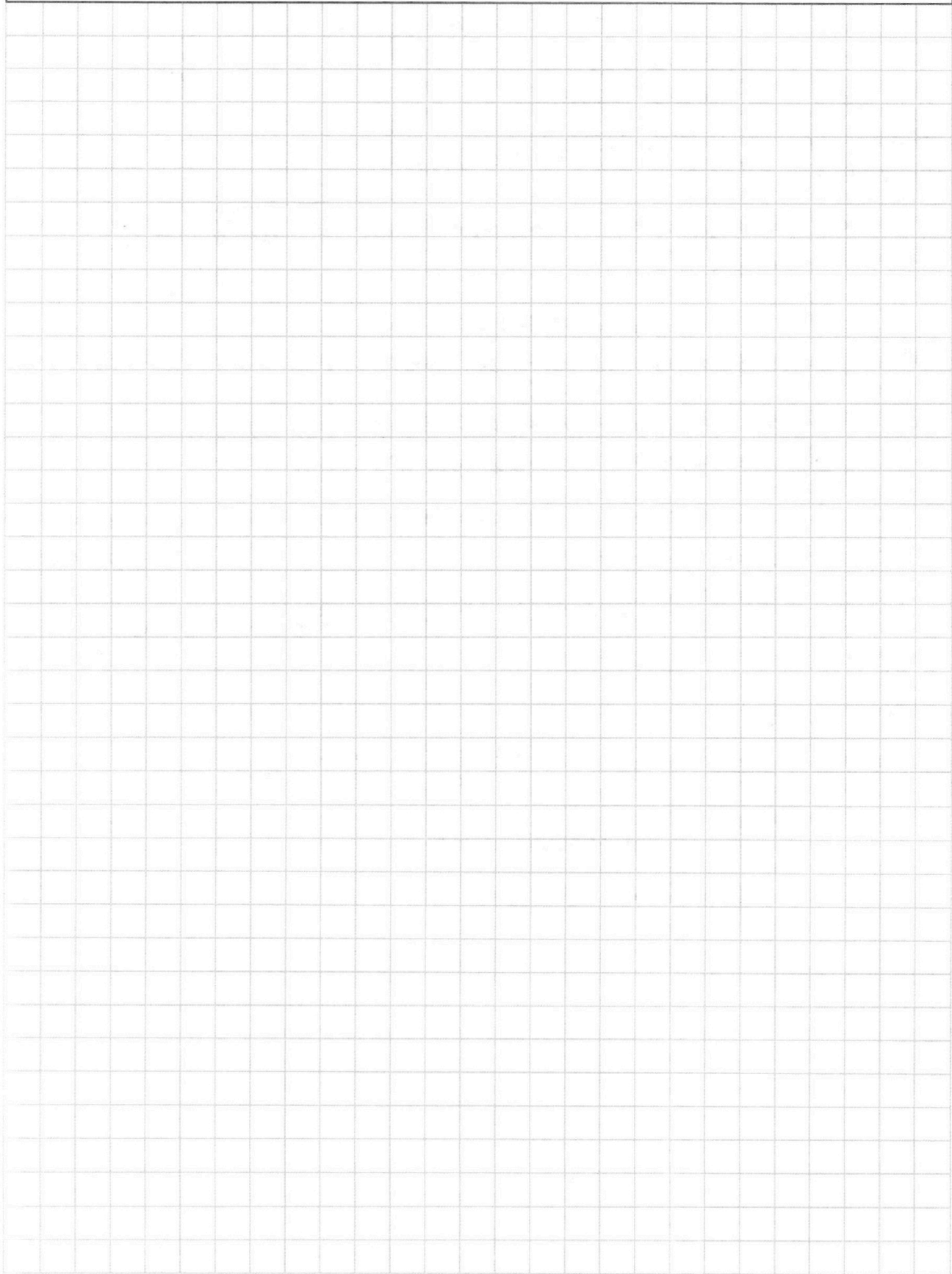
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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



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





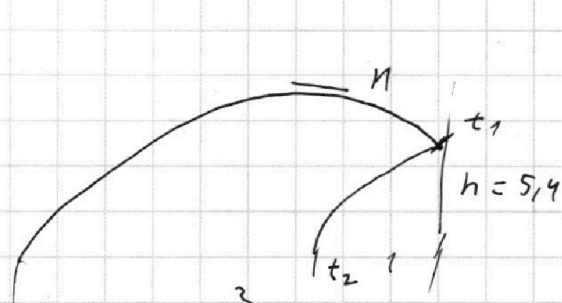
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$$v^2 = 2gh \quad n = \frac{v^2}{2g}$$

$$t_1 = \frac{2(-v - \sqrt{v^2 - 2gh})}{-g}$$

$$t_2 = \frac{2(-v + \sqrt{v^2 - 2gh})}{-g}$$

$$\begin{array}{r} 54 \\ \times 3 \\ \hline 162 \\ 178 \\ \hline 510 \\ \times 8 \\ \hline 4080 \\ \hline 41310 \end{array}$$

$$\frac{s_1 = v_x t_1}{s_2 = v_x t_2}$$

$$\frac{3}{7} = \frac{t_1}{t_2}$$

$$\frac{3}{7} = \frac{2(-v - \sqrt{v^2 - 2gh})}{-g} \cdot \frac{-g}{2(-v + \sqrt{v^2 - 2gh})}$$

$$3(-v - \sqrt{v^2 - 2gh}) = -v + \sqrt{v^2 - 2gh}$$

$$3v - 3\sqrt{v^2 - 2gh} = v + \sqrt{v^2 - 2gh}$$

$$2v = 4\sqrt{v^2 - 2gh}$$

$$v = 2\sqrt{v^2 - 2gh}$$

$$v^2 = 4(v^2 - 2gh)$$

$$v^2 = 4v^2 - 8gh$$

$$3v^2 = 8gh$$

$$v^2 = \frac{8gh}{3}$$

$$= \frac{8 \cdot 10 \cdot 5.4}{3}$$

$$v^2 = 144$$

$$v = 12 \text{ m/s}$$

$$8 \cdot 10 \cdot 5.4$$

$$t_2 = \frac{2(-12 + \sqrt{144 - 108})}{-10} = \frac{2(-12 + 6)}{-10}$$

$$n = \frac{144}{20} = 7.2 \text{ m}$$

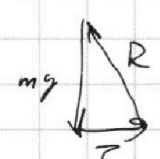
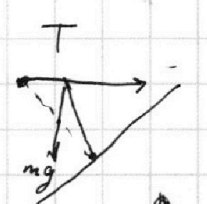
$$\frac{144}{20} = 7.2$$

$$s = v_x t \quad t = 7.2$$

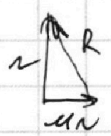
$$s + 1.8 = (v_x + 24) t$$

$$v_x t + 1.8 = v_x t + 24t$$

$$1.8 = 24t \quad n = \frac{1.8}{2t} = \frac{0.9}{t} = \frac{1.8}{2.4}$$



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



$$R^2 = T^2 + (mg \cos \alpha)^2$$

$$R^2 = N^2 + (mg \cos \alpha)^2 \quad N^2 + (mg \cos \alpha)^2 = T^2 + (mg \cos \alpha)^2$$

$$N = \frac{T^2 + (mg \cos \alpha)^2 - R^2}{2R}$$

$$N = \frac{2.9 \times 3600 - R^2}{2R}$$

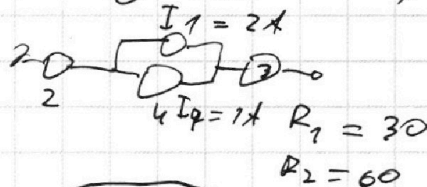
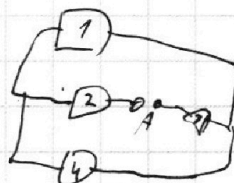
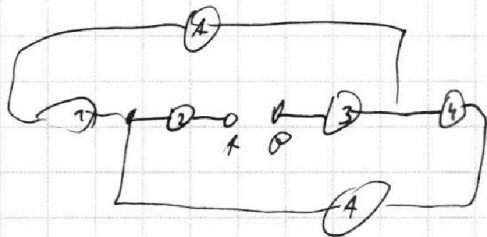
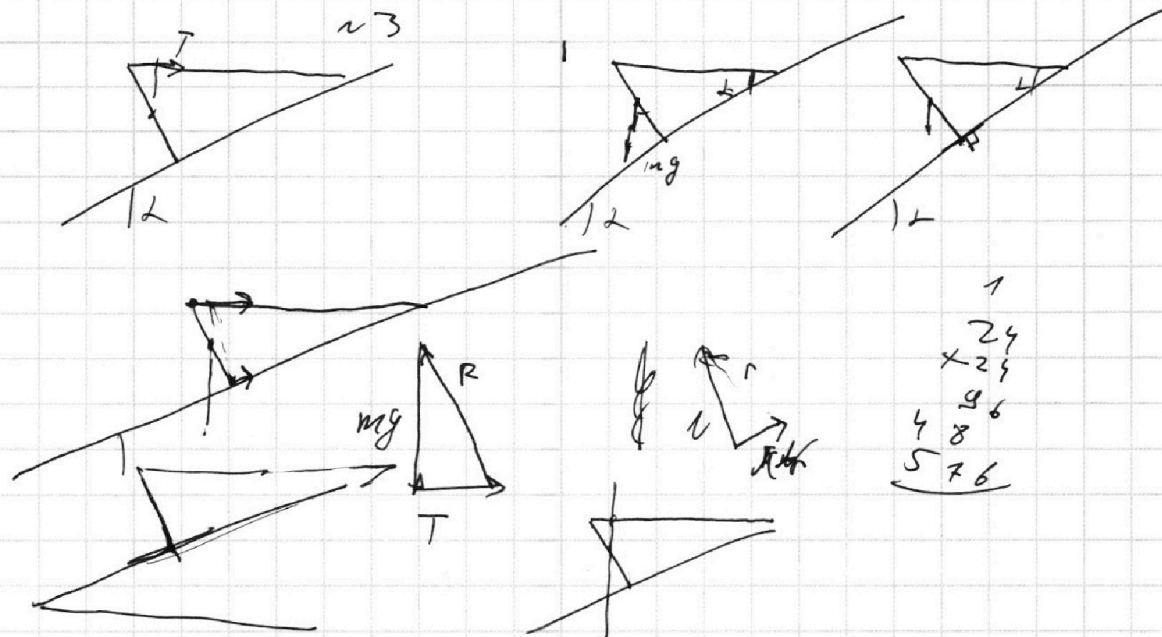
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



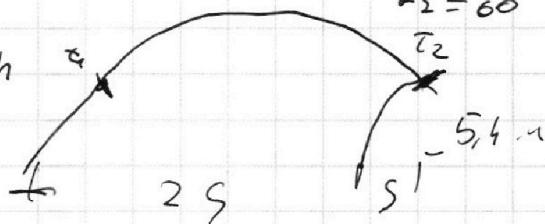
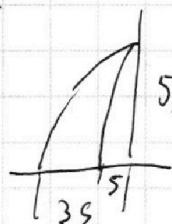
30, 60

$R_1 = 30$   
 $R_2 = 60$

$$\frac{3 \cdot 6}{9} = 2$$

$$v = at$$

$$s_0 = v_0 t$$



$$h = v_0 t - \frac{g t^2}{2} \quad h = v_0 t - \frac{g t^2}{2} - g t^2 + v_0 t - h = 0$$

$$4g = v_0^2 = 2gh$$

$$24 \cdot 240 = 24 \cdot 240 = 72 \cdot 240 = 17280$$

$$\frac{240 + 100}{2400} = \frac{340}{2400} = \frac{17}{120}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Черновик:

$$N = 2 |t - t_0|$$

$$P = \frac{U^2}{R} = \frac{100}{25 \cdot 100} = 400 \text{ Вт} = \text{const}$$

$$Q_{\text{long}} = 100 + 200$$

$$2 = k \cdot 100 + b$$

$$b = 100$$

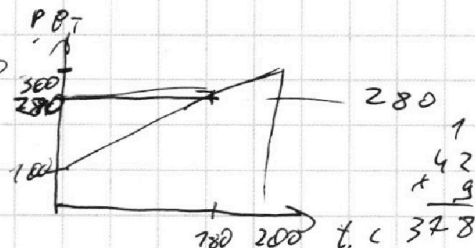
$$200 = k \cdot 100 + 100$$

$$300 = k \cdot 200 + 100$$

$$Q_{\text{long}} = \frac{100 + 200}{2} \cdot 180 = 380 \cdot 90$$

$$72000 = 34200 + m \cdot (t_1 - t_0) \quad Q_{\text{max}} = P \cdot t = 400 \cdot 180 = 72000$$

$$t_1 - t_0 = \frac{72000 - 34200}{m \cdot c} = \frac{37800}{4200} = 9$$



$$P = 200 + 90t$$

$$P = 100 + 90t \quad \text{при } t = 180$$

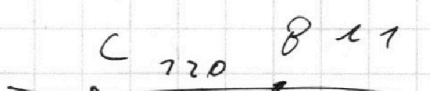
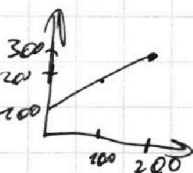
$$200 + 90 = 140$$

$$P = 200 + t$$

В

$$34 \cdot 9$$

$$34200 \text{ Дж}$$



→ 50

$$\sqrt{v_{y1}^2 + v_{x1}^2} = \sqrt{v_{y2}^2 + v_{x2}^2}$$

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

$$v_{y1}^2 + \left(\frac{120}{200} - v_{x1}\right)^2 = v_{y2}^2 + (0,5 - v_{x1})^2$$

$$v_{y1}^2 + 1,44 - 2,4v_{x1} + v_{x1}^2 = v_{y2}^2 + 0,25 = v_{x1} + v_{x1}^2$$

$$v_{y1}^2 - v_{y2}^2 + 1,69 = 2,4v_{x1} - v_{x1}$$

$$1,4v_{x1} = \frac{119}{24} - \left(0,5 - \frac{5}{24}\right) \left(0,5 + \frac{5}{24}\right) + 1,69$$

$$1,4v_{x1} = \frac{119}{24} + 3,69$$

$T_1 = 700$

$$v_{y1} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$v_{x1} = \frac{120}{200} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ м/с}$$

$$v_{x1} + v_{x2} = \frac{120}{200}$$

$$v_{y2} = \frac{50}{240} = \frac{5}{24} \text{ м/с}$$

$$v_{x1} + v_{x2} = \frac{120}{240} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$\frac{3780}{42} = 90$$

$$v = \frac{S}{t}$$

$$\begin{array}{r} 4 \overline{) 17} \\ \underline{12} \phantom{0} \\ 5 \phantom{0} \\ \underline{4} \phantom{0} \\ 1 \phantom{0} \\ \underline{0} \phantom{0} \\ 0 \phantom{0} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \overline{) 12} \\ \underline{4} \phantom{0} \\ 8 \phantom{0} \\ \underline{4} \phantom{0} \\ 4 \phantom{0} \\ \underline{4} \phantom{0} \\ 0 \phantom{0} \end{array}$$

$$\frac{12}{24} \cdot \frac{5}{24} = \frac{5}{24} \cdot \frac{12}{24} = \frac{119}{24}$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 24 \\ + 24 \\ \hline 48 \\ + 8 \\ \hline 56 \end{array}$$

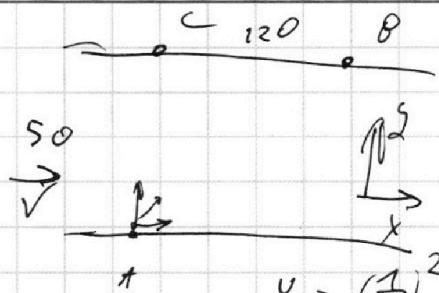
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



①  $v = \frac{5}{2}$   
 $v_{1y} = \frac{50}{100} = \frac{1}{2}$   
 $v_{1x} + v_p = \frac{120}{100} = \frac{6}{5}$   
 $v = \left(\frac{1}{2}\right)^2 + \left(\frac{6}{5} - v_p\right)^2$   
 $v = \left(\frac{5}{24}\right)^2 + \left(\frac{1}{2} - v_p\right)^2$

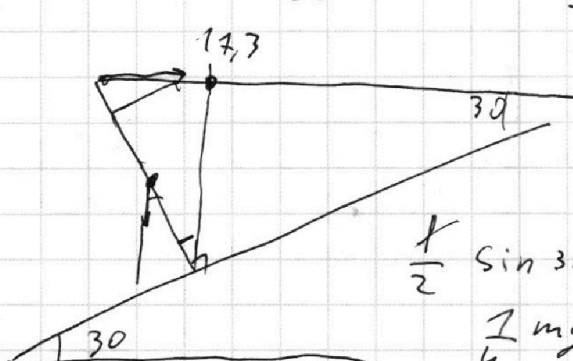
$\frac{1}{4} + \left(\frac{6}{5} - v_p\right)^2 = \frac{25}{576} + \left(\frac{1}{2} - v_p\right)^2$   
 $\frac{1}{4} + \frac{36}{25} - \frac{12}{5}v_p + v_p^2 = \frac{25}{576} + \frac{1}{4} - v_p + v_p^2$

$\frac{36}{25} - \frac{25}{576} = -v_p + \frac{12}{5}v_p$   
 $\frac{7}{5}v_p = \frac{36 - 25}{25 \cdot 576}$

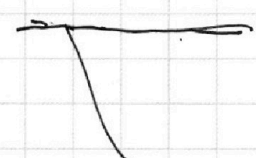
$\frac{7}{5}v_p = \frac{20136 - 625}{14400}$   
 $v_p = \frac{20136 - 625}{14400 \cdot 7}$

Handwritten calculations for the velocity components, including a vertical multiplication of 576 by 25 to get 14400, and other intermediate steps.

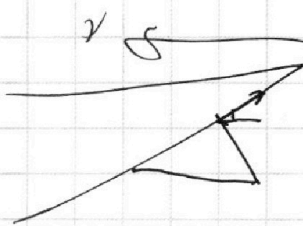
Handwritten calculations for the velocity components, including a vertical multiplication of 20136 by 7 to get 140952, and other intermediate steps.



$\frac{1}{2} \sin 30 mg = T \cos 30$   
 $\frac{1}{4} mg = \frac{\sqrt{3}}{2} T$   
 $m = \frac{4\sqrt{3}T}{2g} = 2\sqrt{3} \frac{T}{g}$



Handwritten calculations:  $1 \cdot 7 \cdot 7 = 49$ ,  $2 \cdot 46 = 92$



Handwritten calculations:  $T = F \cos 2$ ,  $7 \cdot 3 = 21$ ,  $2 = F \sqrt{3}$

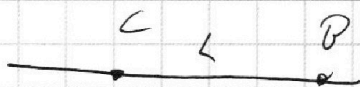
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

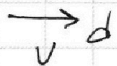


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$v_1 = 1,3 \quad v_2 = \frac{23}{24}$$

$$\frac{24}{720}$$



$$v_{y1}^2 + v_{x1}^2 = v_{y2}^2 + v_{x2}^2 \quad u_{y1} = 0,5 \quad u_{y2} = \frac{5}{24}$$

$$v_{x1} = \frac{L}{T_1} + v_{\text{н}} \quad (v_{y1})^2 + (1,2 - v_{\text{н}})^2 = (v_{y2})^2 + (0,5 - v_{\text{н}})^2$$

$$v_{x2} = \frac{L}{T_2} + v_{\text{н}} \quad \frac{1}{4} + 1,44 - 2,4v_{\text{н}} + v_{\text{н}}^2 = \left(\frac{5}{24}\right)^2 + \frac{1}{4} - v_{\text{н}}$$

$$v_{x1} + v_{\text{н}} = 1,2 \quad 1,44 - 2,4v_{\text{н}} = \left(\frac{5}{24}\right)^2 - v_{\text{н}} + v_{\text{н}}^2$$

$$v_{x2} + v_{\text{н}} = 0,5 \quad 1,44 - \left(\frac{5}{24}\right)^2 = 2,4v_{\text{н}}$$

$$v_{x1} = 1,2 - v_{\text{н}} \quad 1,2^2 - \frac{5^2}{24^2} = 2,4v_{\text{н}}$$

$$v_{x2} = 0,5 - v_{\text{н}} \quad (1,2 - \frac{5}{24})(1,2 + \frac{5}{24}) = 2,4v_{\text{н}}$$

$$\frac{6}{5} - \frac{5}{24} = \frac{144 - 25}{720} = \frac{119}{720} \cdot \frac{169}{720} = \frac{1}{5} v_{\text{н}} \quad | \cdot 2$$

$$\frac{119}{49} \Big| \frac{2}{720} \Big| \frac{5}{24} \quad 119 \Big|$$

$$\frac{119}{720} \cdot \frac{169}{720} = \frac{v_{\text{н}}}{5} \quad | \cdot 5$$

$$\frac{119}{24} \cdot \frac{169}{720} = v_{\text{н}}$$

$$\frac{2823}{2680}$$

$$\frac{6}{5} - \frac{2823}{2680}$$

$$\frac{3216}{2680} - 2823$$

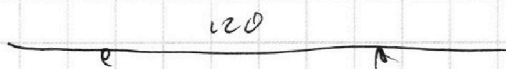
$$\frac{243}{2680}$$

$$\frac{2680}{720} \Big| \frac{5}{1536}$$

$$\frac{6536}{536}$$

$$\frac{3216}{536}$$

$$\frac{2680}{9}$$



50





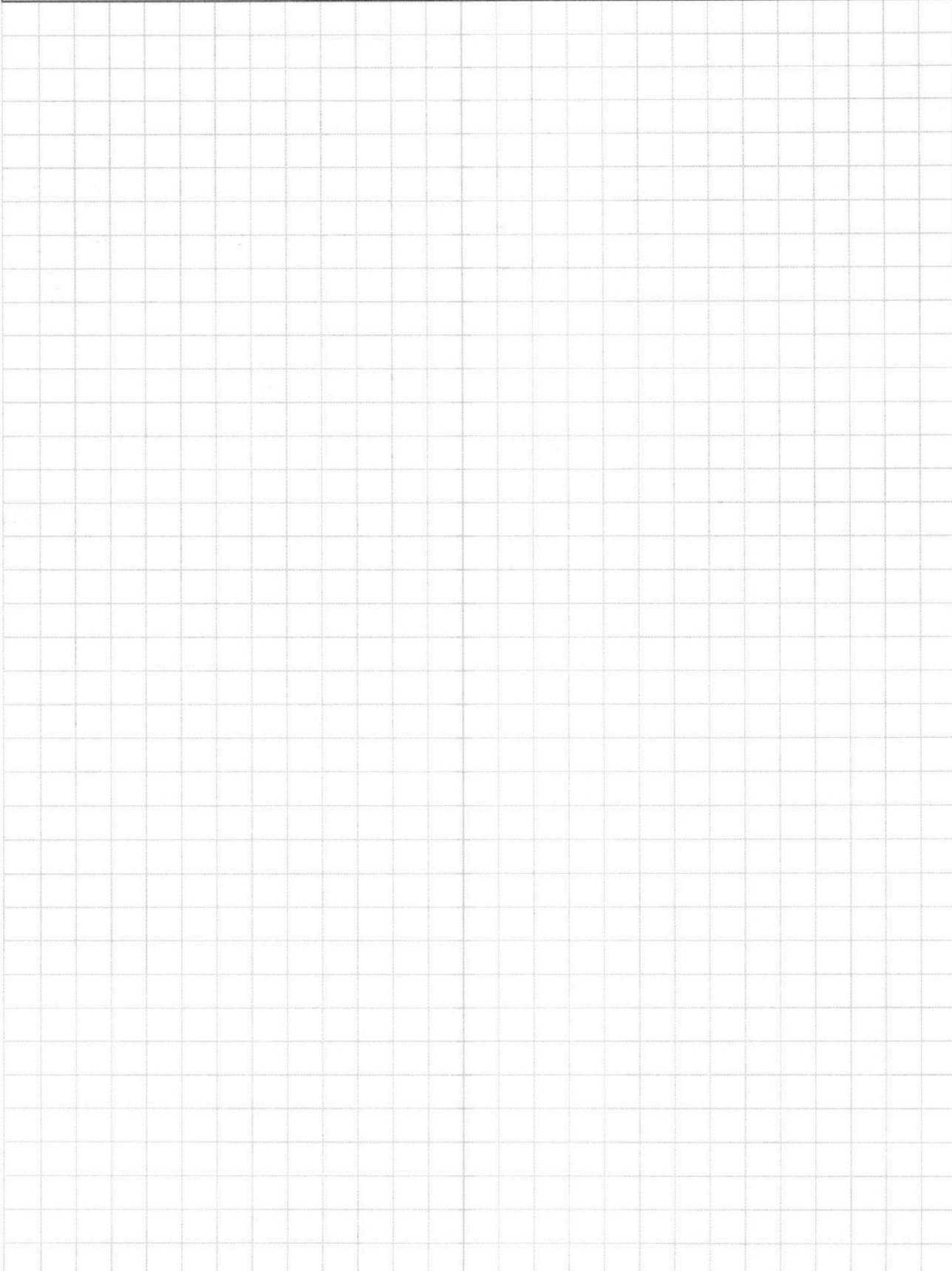
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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



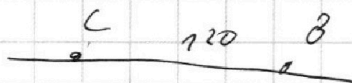
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МФТИ**

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

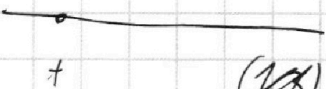


50

16900 130

$$v = \frac{S}{t} = \frac{130}{100} = 1,3 \text{ м/с } v_1$$

$$v = \frac{240}{24} = 10 \text{ м/с } v_2$$



$$v_1^2 = v_{1y}^2 + v_{1x}^2$$

$$v_{1y} = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$v_{1x} = \frac{120}{100} = 1,2$$

$$1,69 = 0,25 + x^2$$

$$x = 1,2$$

$$v_{1x} + v_{2x} = 1,2$$

$$x = 1,2$$

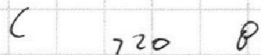
$$v_{1x} + v_{2x} = 1,2$$

$$1,2 - v_{2x} = 1,2$$

$$v^2 = \frac{130^2}{24^2} = \frac{13^2}{24^2} \text{ м/с}$$

$$v_{2x} = v_{2y} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$\frac{169}{24^2} = 0,25 + v_{2y}^2$$



①

②



50

$$v_{\text{max}} = 1,3 \text{ м/с}$$

$$v_{\text{max}} = \frac{130}{240} \text{ м/с}$$

$$v_{y1} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$v_{y2} = \frac{5}{24} \text{ м/с}$$

$$v_x = v_{x1} + v_{2x}$$

$$v_{x2} = \frac{120}{240} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$v_{x1} + v_{2x} = 1,2$$

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

$$v_x = 1,2$$

$$v_y = 0,5$$

$$R = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{3600 + 100} = \sqrt{3700}$$

$$3700 = 3 \cdot 35^2 + \frac{3}{48} \cdot 3 \cdot 35^2$$

$$37^2 \mid 3 + \frac{9}{48}$$

$$v_{x1} = 0,5$$

$$v_{y1} = 1,2 \Rightarrow v_{y1} + v_{2y}$$

$$v_{y2} = 1,3$$

$$v_{2y} = \frac{5}{24} \text{ м/с}$$

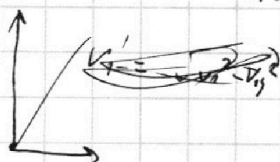
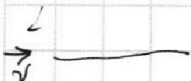
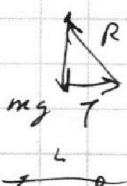
$$v_{2x} = 0,5 \text{ м/с} = v_{2x} + v_{2y}$$

$$v_{2y} = \frac{13}{24}$$

$$v_{2x} = \sqrt{\frac{13^2}{24^2}}$$

$$\frac{v_{1y}}{v_{1x}} = \frac{v_{2y}}{v_{2x}}$$

$$\frac{0,5}{1,2} = \frac{5}{24} \cdot 2$$



$$\begin{array}{r} 2 \\ 49 \\ \times 3 \\ \hline 7487 \quad 1 \\ 141 \quad 2 \\ 35 \\ \hline 156 \quad 135 \\ 49 \quad 145 \\ \hline 1458 \\ 1225 \\ \times 156 \\ \hline 4350 \\ 6125 \\ 1225 \\ \hline 791100 \quad / 49 \end{array}$$

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

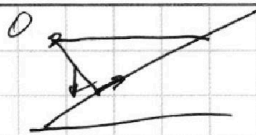
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



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

$$F_{\text{уп}} = mg \sin \alpha \cdot \frac{1}{2}$$

$$F_{\text{уп}} = \frac{mg \sin \alpha}{2} = 15 \text{ Н}$$

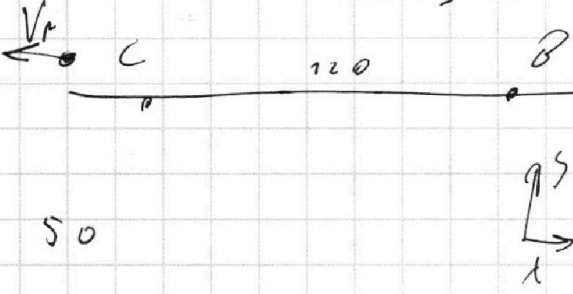
$$MN = 15$$

$$\mu = \frac{15}{35\sqrt{3}} = \frac{3}{7\sqrt{3}}$$

$$N = mg \cos \alpha + T \sin \alpha = 30\sqrt{3} + \frac{10\sqrt{3}}{2}$$

$$\sqrt{3} \cdot 35\sqrt{3} = N$$

$$\begin{array}{r} 2873 \overline{) 12} \\ -24 \\ \hline 47 \\ -36 \\ \hline 113 \\ -108 \\ \hline 5 \end{array}$$



$$V_{1y} = \frac{50}{100} = 0,5$$

$$V_{2x} = \frac{80}{240} = \frac{2}{3}$$

$$120 = V_{1x} T_1 + V_{2x} T_1$$

$$V_{1x} = \frac{120}{T_1} - V_{2x}$$

$$V_{2x} = \frac{120}{T_2}$$

$$V_{y1} = \frac{d}{T_1} \quad V_{y2} = \frac{d}{T_2}$$

$$V_{x1} = \frac{L}{T_1} - V_{p1} \quad V_{x2} = \frac{L}{T_2} - V_{p2}$$

$$\left(\frac{d}{T_1}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_1}\right)^2 - 2\frac{L}{T_1} V_{p1} + V_{p1}^2 = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 - 2\frac{L}{T_2} V_{p2} + V_{p2}^2$$

$$\frac{2L}{T_2} V_{p2} - 2\frac{L}{T_1} V_{p1} = \left(\frac{d}{T_2}\right)^2 + \left(\frac{L}{T_2}\right)^2 - \left(\frac{d}{T_1}\right)^2 - \left(\frac{L}{T_1}\right)^2$$

$$V_{p1} \left( \frac{2L}{T_2} - \frac{2L}{T_1} \right) = d^2 \left( \frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2} \right) + L^2 \left( \frac{1}{T_2^2} - \frac{1}{T_1^2} \right)$$

$$V_{p1} 2L \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = d^2 + L^2 \left( \frac{1}{T_2^2} + \frac{1}{T_1^2} \right)$$

$$V_{p1} 2L \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = (d^2 + L^2) \left( \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right) \left( \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

$$V_{p1} = \frac{(d^2 + L^2) \left( \frac{1}{T_2} + \frac{1}{T_1} \right)}{2L} = \frac{(2500 + 14400) \left( \frac{1}{100} + \frac{1}{240} \right)}{240}$$

$$\begin{array}{r} 46 \\ 105 \\ \hline 612 \\ 1183 \\ \hline 289 \\ 2323 \\ -24 \\ \hline 41 \\ -36 \\ \hline 113 \\ -108 \\ \hline 50 \\ -48 \\ \hline 20 \\ -20 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\frac{23941}{240}$$

$$\begin{array}{r} 16900 - 74 \\ \hline 16826 \\ \hline 169 \cdot 14 \\ \hline 240 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 169 \overline{) 172} \\ -12 \\ \hline 49 \end{array}$$