



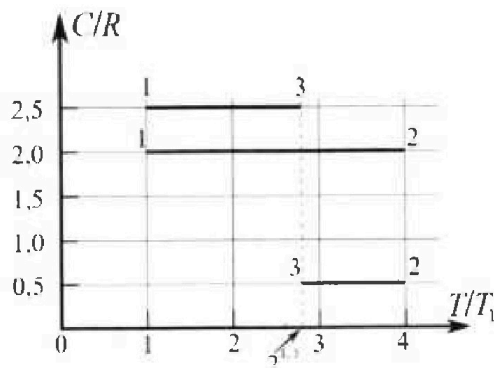
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

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



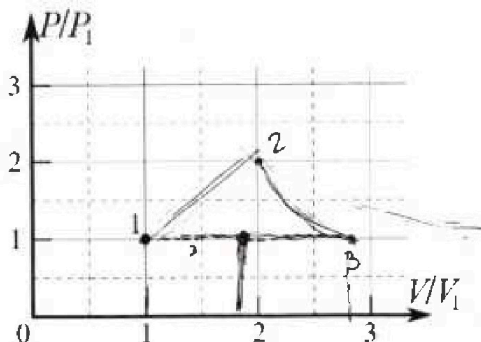
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД η цикла.

3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



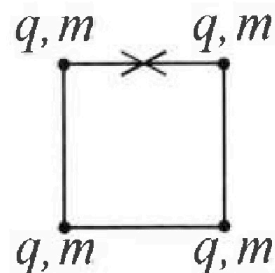
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.

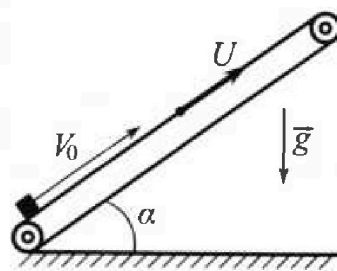
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью V_0 под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии $S = 20$ м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

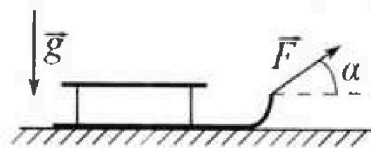
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости V_0 действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



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!

Дано:

М

Решение

$$T = 2 \text{ сек}$$

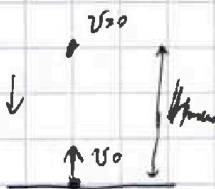
$$S = 20 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$V_0 = ?$$

$$H = ?$$

1) $g \downarrow$



Мед. камень бросают вверх,

от уровня прямоугольного,

бруса, с ускорением g , направл.

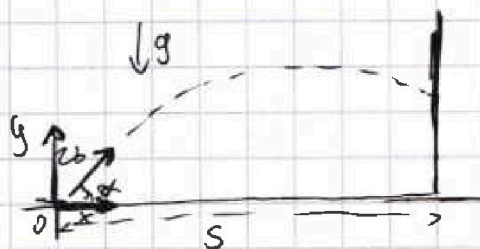
вверх. Максимальная высота H_{max} - высота, на которой

он начинает падать. Запишем закон скорости,

на высоте H : $V = V_0 - gt$ нулевая скорость

$$\text{уравнение: } 0 = V_0 - gT \Rightarrow V_0 = gT \Rightarrow V_0 = 20 \text{ м/с}$$

2)



Введем ОКС: Ox - горизонт,

Oy - вверх. В точке броска. Ox направл.

к стене и перпенд. ей. Пусть мед.

камень мед. горизонтально стелет. координат x и y горизонт.

Запишем два уравнения от времени:

$$\begin{cases} x = V_0 \cos(\alpha) t \\ y = V_0 \sin(\alpha) t - \frac{gt^2}{2} \end{cases}$$

(по условию α задано и известно).

Ищем зависимость $y(x)$: $t = \frac{x}{V_0 \cos(\alpha)}$

$$y = V_0 \sin(\alpha) \cdot \frac{x}{V_0 \cos(\alpha)} - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2(\alpha)}$$

Используем из ОКС:

$$\tan^2(\alpha) = \frac{1}{\cos^2(\alpha)}$$

$$y = x \tan(\alpha) - \frac{g x^2}{2 V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2(\alpha)}$$

Высота максимальная в стене, у стены y от $x = 20 \text{ м}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1
☒

2
☐

3
☐

4
☐

5
☐

6
☐

7
☐

МФТИ

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

$$y = x \operatorname{tg}(\alpha) - \frac{gx^2}{2v_0^2} - \operatorname{tg}^2(\alpha) \cdot \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

мы можем исключить v_0 , считая $\operatorname{tg}(\alpha)$ параметром,
который принимает значения:

$$y = 20 \operatorname{tg}(\alpha) - 5 - \operatorname{tg}^2(\alpha) \cdot 5 \quad (\text{как вычитается в формуле})$$

$$y = -5 \operatorname{tg}^2(\alpha) + 20 \operatorname{tg}(\alpha) - 5$$

Получаем y квадратично зависит от $\operatorname{tg}(\alpha) \Rightarrow$ график

y от $\operatorname{tg}(\alpha)$ будет являться параболой, вершина которой
направляется вверх. $\Rightarrow$ т.е. макс высота удара об стену - это

и если найти макс значение y - оно достигается
в вершине параболы. т.е. при $\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{20}{2(-5)} = -2$.

(т.е. угол $0 < \alpha < 90$ будет невозможна, вершина расположена).

($\operatorname{tg}(\alpha)$ может по формуле находить вершину параболы:

$$y = ax^2 + bx + c \Rightarrow \text{т.е. } x_0 \text{ верш. параболы } x_0 = \frac{-b}{2a}. \text{ В нашем случае}$$

$$\text{куда } x \text{ извлеч } \operatorname{tg}(\alpha), a = -5; b = 20; c = -5)$$

$$\text{т.е. Подставив в } y \text{ получаем } y = -5 \cdot 2^2 + 20 \cdot 2 - 5 = 15 \text{ м.}$$

Максимальная высота удара об стену 15 м.

Ответ: 1) $v_0 = 20 \text{ м/с}$ 2) 15 м

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☒ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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



Дано:

$$\sin(\alpha) = 0,8$$

$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$u = 2 \text{ м/с}$$

L-?

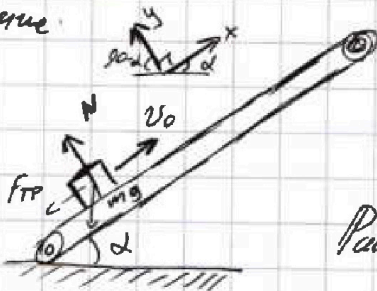
H-?

T-?

Сл

Решение

1)



M - масса тела

$$\cos(\alpha) = \sqrt{1 - \sin^2(\alpha)} = 0,6$$

Рассмотрим движение тела

Уд. ускор. тела на данном участке:

На этом участке сумма действующих Fтр сумм =

$$= \mu N$$

В проекции Ox // направлению движения

Oy ⊥ Ox на эти направления

Заменим II з.н. (проекции: по Oy силы уравновешиваются)

по Oy: N = mg cos(alpha)

$$O_x: -F_{тр} - mg \sin(\alpha) = ma$$

$$\Rightarrow ma = -\mu mg \cos(\alpha) - mg \sin(\alpha)$$

$$\Rightarrow a = -g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))$$

$$a = -g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))$$

Полностью, чтобы найти путь пройденный телом до полной остановки:

$$S_1 = \frac{v_k^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow S_1 = \frac{0 - v_0^2}{-2g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))} = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м}$$

= 0,8 м. Тогда путь пройденный телом

весь путь будет равен сумме этих двух

Решение

Длина участка до пути

$$\text{За } T_1 = \frac{v_0}{a}$$

$$= 0,4 \text{ сек}$$

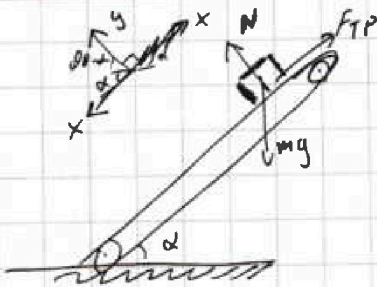
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МОТИ

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



Нужно найти ось O_x в направлении

движения. $m = 1 \text{ кг}$ $\parallel$ 3-й шаг

$$O_y: N - mg \cos(\alpha) = 0 \quad (\text{на неподвижном})$$

$$mg \sin(\alpha) - F_{\text{тр}} = ma_2$$

$$|F_{\text{тр}}| \text{ Т.к. } F_{\text{тр}} \text{ пока } \Rightarrow mg \sin(\alpha) - F_{\text{тр}} = 0, \text{ т.е.}$$

$$\text{т.к. не была движением } \Rightarrow mg \sin(\alpha) = F_{\text{тр}}. \quad F_{\text{тр}} \leq \mu N.$$

$$mg \sin(\alpha) \leq \mu mg \cos(\alpha)$$

$$0,8 \leq 0,2 \rightarrow \text{не выполняется} \Rightarrow \text{блок все же движется}$$

и гравитация сдвигает блок вниз $\Rightarrow$

$$\begin{cases} N = mg \cos(\alpha) \\ mg \sin(\alpha) - \mu N = ma_2 \end{cases}$$

$$ma_2 = mg \sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha) \cdot mg$$

$$a_2 = g(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha)) = 6 \text{ м/с}^2$$

$$S_2 - \text{пути, которые блок должен пройти. } S - S_1 = 0,2 \text{ м.}$$

$$\text{сделаю от этого же блока } T_2: \Rightarrow S_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2} \Rightarrow$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{1}{3}} \approx 0,577 \text{ с.}$$

$$T = T_1 + T_2 \quad T_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_2}} \approx \sqrt{\frac{1}{3}} \approx \sqrt{\frac{1}{12}} = 0,25 \text{ с.}$$

$$T = T_1 + T_2 \approx 0,65 \text{ с.}$$

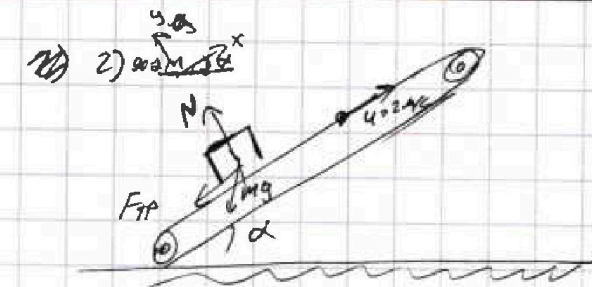
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



III. Из условия

выражаем, где $F_{тр} = \mu N$.

За II закон Ньютона (или на разрыв)

$$Oy: N - mg \cos(\alpha) = 0$$

$$Ox: mg \sin(\alpha) - F_{тр} = ma_x$$

$$a_x \Rightarrow -g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha)) = -10 \text{ м/с}^2 \quad (\alpha = \frac{2-4}{10})$$

Скорость груза: $v = v_0 + a_x t \Rightarrow t = 0,2 \text{ с}$

Из II закона Ньютона: $L = v_0 t + \frac{a_x t^2}{2} =$

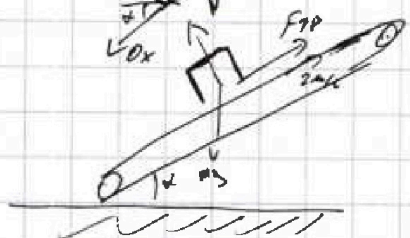
$$= 1,6 - 10 \cdot 0,2^2 = 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,2^2}{2} =$$

$$= 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ м.}$$

III. Даны: блок без трения скольжения с грузом, как

показано на рисунке. Решите 1-ую задачу.

3)



Решите, или на разрыв

$F_{тр} = \mu N$ или выразим скорость и т.д.

длина, что груз такой же, как и

в общем случае, или на разрыв; и $F_{тр} = \mu N$

Скорость. Ответ: (Сейчас выразим скорость)

н. 2 : скорость груза 2 м/с и от груза к блоку $L = 0,6 \text{ м}$,

и график движения с грузом (или на разрыв)

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!

$$O_x: \text{Max} = mg \sin(\alpha) - \mu N$$

$$O_y: N = mg \cos(\alpha)$$

$$\Rightarrow \text{Max} = mg (\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha))$$

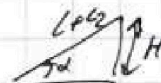
$$\downarrow$$

$$a_x = 6 \text{ м/с}^2$$

в момент когда его длина станет нулю: он упадет
еще $L_2 = \frac{0 - 4^2}{2a_x} = -\frac{2^2}{2 \cdot 6} = -\frac{1}{3} \text{ м}$, но длина (и O_x
и O_y в направлении движения) $\Rightarrow$ он пройдет $\frac{1}{3} \text{ м}$
 $\frac{1}{3} \text{ м}$ вверх. $\Rightarrow$ в сумм $L + L_2 = (0.6 + \frac{1}{3}) \text{ м}$.

$$\text{но } H \text{ отнес к } L \text{ как } \cos(\alpha) \Rightarrow H = (L + L_2) \cdot \cos(\alpha) =$$

$$= 0.36 + 0.2 = 0.56 \text{ м}$$



$$\text{Ответ: 1) } T \approx 0.65 \text{ с} \quad 2) L = 0.2 \text{ м} \quad 3) H = 0.56 \text{ м}$$

М

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Дано: α μ μ_{max}

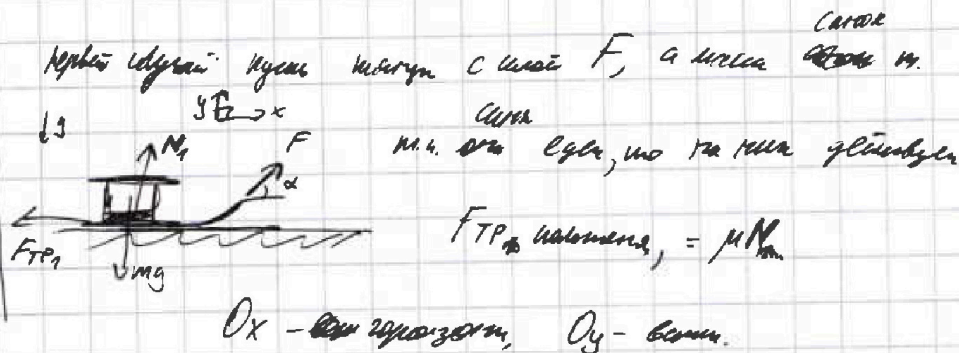
U_0

α

g

μ ?

T ?



Задача II 3.8. на Ox :

$$F \cos(\alpha) - F_{TP1} = m a_{x1}$$

на Oy :

$$F \sin(\alpha) + N_1 - mg = m a_{y1}$$

н.д. $a_{y1} = 0 \Rightarrow N = mg$

нужно, $a_{y1} = 0 \Rightarrow N = mg$. $F_{TP1} = \mu N$, μ нужно выбрать:

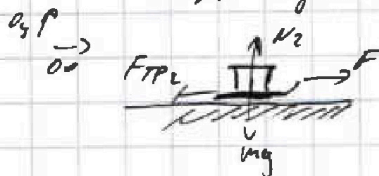
$$\begin{cases} F \cos(\alpha) - \mu N = m a_{x1} \\ F \sin(\alpha) + N = mg \end{cases} \Rightarrow N = mg - F \sin(\alpha) \Rightarrow$$

$$F \cos(\alpha) - \mu mg + \mu F \sin(\alpha) = m a_{x1}$$

$$a_{x1} = \frac{(F \cos(\alpha) + \mu F \sin(\alpha)) - \mu mg}{m} = \frac{F (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu g}{m}$$

на второй части:

Анализ, задача II 3.8. на Ox и Oy :



$$Ox: F - F_{TP2} = m a_{x2}$$

$$Oy: N_2 - mg = m a_{y2}$$

(анализ)

$$a_{y2} = 0 \Rightarrow F_{TP2} = \mu N_2 \Rightarrow$$

$$\begin{cases} F - \mu N_2 = m a_{x2} \\ N_2 = mg \end{cases} \Rightarrow F - \mu mg = m a_{x2} \Rightarrow a_{x2} = \frac{F}{m} - \mu g$$

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

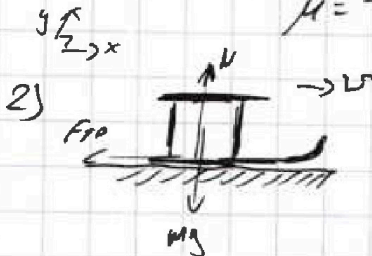
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

модель в обеих случаях разорвать из соображений
по ширине ψ_0 за ограниченные рамки, но угловое
вращение для этого будет одинаковым $\alpha_{x1} = \alpha_{x2} \Rightarrow$

$$\frac{F}{m} (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu g = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha) = 1 \Rightarrow$$

$$\mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$$



м.н. на блоке могут быть сколь угодно, но

гравитационная сила $F_{тр} = \mu N$.

Решить аналогично α_{x1}, μ заданы. II закон:

$$\begin{cases} N - mg = ma_{y3} & a_{y3} = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow \\ -F_{тр} = ma_{x3} & a_{x3} = -\mu g \end{cases}$$

Значит замедлится.

$$\text{Скорость для центра: } v = v_0 + a_{x3} t \Rightarrow$$

$$v \text{ при } t = 0: 0 = v_0 - \mu g T \Rightarrow T = \frac{v_0}{\mu g} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = \frac{v_0}{g} \cdot \frac{\sin(\alpha)}{1 - \cos(\alpha)}$$

$$\text{Ответ: 1) } \mu = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)} \quad 2) T = \frac{v_0}{g} \frac{\sin(\alpha)}{1 - \cos(\alpha)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



№4

1 моль газа

$\nu = 1$ моль

$T_1 = 400$ К

$A_{12} = ?$

Кто и что

узнает

Вопрос: кто и что узнает с помощью измерения C_V (мольной) $\Rightarrow$ для 1 моль: $\Delta Q = \Delta U + \Delta A \Rightarrow$

$$C_V \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + P \Delta V \quad \text{или для изотермы} \quad \Delta V = \gamma \Delta T$$

$$\text{из м. уравнения: } PV = \nu RT \Rightarrow$$

$$\Delta T = \Delta \left(\frac{PV}{\nu R} \right) =$$

$$\Delta T = \frac{\Delta(PV)}{\nu R} = \frac{P \Delta V + V \Delta P}{\nu R}$$

$$\frac{C_V}{R} (P \Delta V + V \Delta P) = \frac{i}{2} \nu (P \Delta V + V \Delta P) + P \Delta V$$

Значит, что в изобарическом процессе: $\Delta P = 0 \Rightarrow$

$$\text{мольная теплоемкость (состояние } C_P) : \frac{C_P}{R} \cdot P \Delta V = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) P \Delta V \Rightarrow$$

$$C_P = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R \Rightarrow \text{коэффициент Пуассона}$$

в процессе $\gamma = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R$, то он - изобарический.

Вопрос: кто и что узнает: Если процесс изотермический: $\Delta V = 0 \Rightarrow$

$$\frac{C_V}{R} P \Delta V = \frac{i}{2} \nu P \Delta V \Rightarrow C_V = \frac{i}{2} R \Rightarrow \text{состояние } C_V$$

процесс $\gamma = C_V$

Вопрос: кто и что узнает:

$$\frac{C_V}{R} P \Delta V + \frac{C_P}{R} P \Delta V = \frac{i}{2} \nu P \Delta V + \frac{i+1}{2} P \Delta V$$

$$\left(\frac{C_V}{R} - \frac{i}{2} \right) P \Delta V = \left(\frac{i+1}{2} - \frac{C_P}{R} \right) P \Delta V$$

$$\frac{(C_V - C_P)}{R} P \Delta V = \frac{(C_P - C_V)}{R} P \Delta V$$

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta V}{V} \left(\frac{C_P - C_V}{C_V - C_P} \right) \quad \text{или} \quad \frac{C_P - C_V}{C_V - C_P} = \gamma$$

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!

$$\int_{P_1}^{P_2} \frac{\Delta P}{P} = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\Delta V}{V} \cdot k$$

$\bar{\mu}_n$ процесс, протекающий из P_1, V_1 к P_2, V_2 :

$$\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) \cdot k$$

$$e^{\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right)} = e^{\ln\left(\left(\frac{V_2}{V_1}\right)^k\right)}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^k \Rightarrow \mu_n = -k$$

$$P_2 \cdot V_2^{-k} = P_1 V_1^{-k} \Rightarrow P_2 V_2^{\mu_n} = P_1 V_1^{\mu_n} \Rightarrow PV^{\mu_n} = \text{const} \text{ в этом процессе.}$$

$$\mu_n = -k = \frac{C_p - C}{C_v - C}$$

1) м.к. процесс 1-2 $C > 0$ и T убывает, то в этом процессе

меньше $\Rightarrow$ По II з.м.гем: $Q = \Delta U + A_{\text{мех}}$

$$C_{1-2} = 2R \Rightarrow Q_{1-2} \cdot \Delta T = \frac{1}{2} \Delta U \Delta T + A_{\text{мех}}$$

$$A_{1-2} = \Delta U \left(C_{1-2} - \frac{1}{2} R \right) \quad \Delta T_{\text{изотерм}}:$$

$$A_{1-2} = \Delta U$$

$$T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}:$$

$$A_{1-2} = 1 \cdot 3 \cdot 400 \cdot R (2 - 1,5)$$

$$4T_1 - T_2 = 3T_2$$

$$A_{1-2} = 3 \cdot 400 \cdot 8,31$$

м.к. изотермический процесс $i=3$

$$A_{1-2} = 600 \cdot 8,31 = 831,6 \cdot 3 = 2494,8 \text{ Дж}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$2) \eta = \frac{A_{\text{ген}}}{Q_+}$$

в процессе 1-2 $C > 0$ и $T_{\text{ген}} \rightarrow$ тем больше,

в процессе 2-3 $C > 0$ и $T_{\text{ген}} \rightarrow$ тем больше

в процессе 3-1 $C > 0$ и $T_{\text{ген}} \rightarrow$ тем больше $\Delta T = 3T_1$

$$Q_+ = Q_{1-2} \quad Q_{1-2} = C_{1-2} \cdot \Delta T = 2 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 400 = 8,31 =$$

$$Q_{1-2} = (U_2 - U_1) + A_{2-1} = 2 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 8,31 =$$

$$Q_{1-2} = \frac{1}{2} \Delta R \Delta T + A_{1-2} \quad 6 \cdot 8,31 \cdot 4 =$$

$$Q_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 400 + A_{1-2} \quad \Delta T = 3T_1$$

$$Q_{1-2} =$$

$$\text{в процессе 2-3 } \Delta T = (4 - 2^{1,5}) T_1$$

$$\Delta Q_{2-3} = \Delta(U_3 - U_2) + A_{23}$$

$$\Delta A_{23} = (U_3 - U_2) - C_{2-3} \cdot \Delta T$$

$$\Delta A_{23} = \frac{1}{2} \Delta R \Delta T - C_{2-3} \cdot \Delta T$$

$$\Delta A_{23} = 1 \cdot R \Delta T (1,5 - 0,5) = R \cdot T_1 (2^{1,5} - 4) \Rightarrow A_{23} = R \cdot T_1 (4 - 2^{1,5})$$

$$\text{в процессе 3-1 } \Delta T = (1 - 2^{1,5}) T_1$$

$$\Delta Q_{3-1} = (U_3 - U_1) + A_{31}$$

$$A_{31} = C_{31} \cdot \Delta T = \frac{1}{2} \Delta R \Delta T$$

$$A_{31} = \frac{1}{2} R \Delta T \left(\frac{C_{31}}{R} - \frac{1}{2} \right) = R (1 - 2^{1,5}) T_1 \cdot 2$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$A_{2\text{ан}} = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-1} =$$

$$= A_{1-2} + RT_1(2 - 2^{3,5} + 4 - 2^{1,5}) =$$

$$\sqrt{2} \approx 1,41$$

$$= A_{1-2} + RT_1(6 - 2^{0,5}(2 + 4)) = A_{1-2} + 6RT_1(1 - \sqrt{2}) \approx$$

$$4986 - 6 \cdot 400 \cdot 8,31 \cdot 0,4 \approx 1977,6 \text{ Дж.}$$

$$\eta = \frac{A_{2\text{ан}}}{Q_1} \approx \frac{1977,6}{19944} \approx 0,1 \quad (10\%)$$

3) Показатель κ процесса $1-2$ $\kappa = 2,5$, $\kappa_{\text{мо}} =$
 $= (\frac{1}{2} + 1)R$, $\Rightarrow C_{3-1} = C_P \Rightarrow$ процесс изобарический.

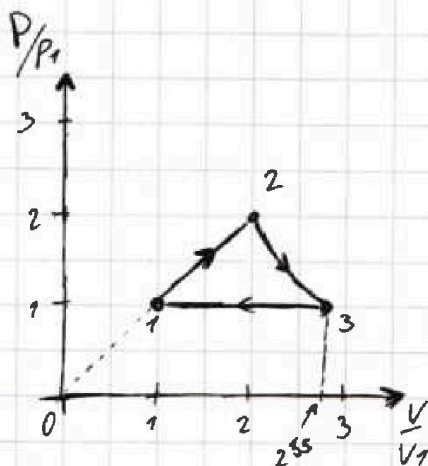
$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

$$P_3 V_3 = \nu R T_3$$

$$\Rightarrow (P_3 = P_1) \quad (P_i; V_i - \text{давление и объем в } i\text{-ом состоянии)}$$

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 2^{1,5} \quad \text{т.е. процесс } 3-1:$$

$$\text{процесс } 1-2 \text{ от } 2^{3,5} \frac{V_1}{V_1} \text{ до } 1 \frac{V_1}{V_1}$$



Показатель κ процесса $1-2$ $\kappa = 2,5$

$$\text{По перв. закону: } P_1 V_1 = \nu R T_1, P_2 V_2 = \nu R T_2, \Rightarrow$$

$$P_2 V_2 = (P_1 V_1) \cdot \frac{T_2}{T_1} = P_1 V_1 \cdot 4.$$

С учетом изобарности, это процесс с постоянной массой $\Rightarrow$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\kappa} \quad \text{где } \kappa = \frac{C_P - C_V}{C_V} =$$

$$= \frac{2,5 - 2}{2 - 1,5} = 4 \Rightarrow$$

$$\begin{cases} \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \\ P_2 V_2 = P_1 V_1 \cdot 4 \end{cases} \Rightarrow$$



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!

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \\ P_2 = \frac{4V_1}{V_2} \end{array} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{4V_1}{V_2} \Rightarrow V_2^2 = 4V_1^2 \Rightarrow V_2 = 2V_1 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{A_2}{A_1} \Rightarrow$$

7) ~~найти~~ ~~показать~~ 2: $\frac{V_2}{V_1} = 2$, $\frac{P_2}{P_1} = 2$ / н.д.

6. ~~процесс~~ ~~$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2}$~~ ~~$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$~~ $\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$ по формуле идеального газа $PV = nRT$

6 Нам известно, что металл с большим коэф.

1 и однородно изотерм. (м.к. при бесконечно малом $\frac{P}{P_1} = \left(\frac{V}{V_1}\right)^k \quad k=1$)

Therewith 2-3: $\zeta_3 = \text{const} \Rightarrow$ or isobaric $PV^{\gamma} = \text{const}$, bge

$$t = \frac{C_p - C_{v2}}{C_{v2}} = \frac{2,5 - 0,5}{1,5 - 0,5} = \frac{2}{1} = 2 \Rightarrow PV^2 = \text{const} \Rightarrow$$

$\Rightarrow P \sim V^{-2} \Rightarrow$ давление это не сила и не масса 2 массы 3.

на энах кроссе $PV^2 = P_2 \cdot V_2^2$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

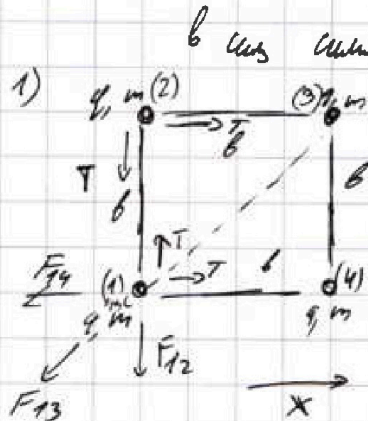
1 2 3 4 5 6 7

☐ ☐ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐



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

6
m
g
 $\overline{T-}$?
V-?
d-?



6. Ung. Umlaut. Korhagen Eszen Ung. Korhagen Korhagen
Eszen Eszen

Fis - Cula ryjoren, gälwaga na i - mti
waga O Cula ryjoren j. waga.
m. n. gälwaga gälwaga, na
Cula w. n. gälwaga.

Занеа ґрунта перебуває на 7-м місці

For O_x , $\sum \text{moments} = 0$: $T = F_{14} + F_{13} \cos(45)$

$$T = k \frac{q^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} k \frac{q^2}{(\sqrt{2}b)^2} \quad (\text{расстояние между 1 и 3 шариками } \sqrt{2}b)$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

~~Bsp.~~ 3) 8 units Chikult. ~~Chikult.~~ Vorlesungsraum, oder

Красноярск Красноярский край. 1982 г. 20.05.82

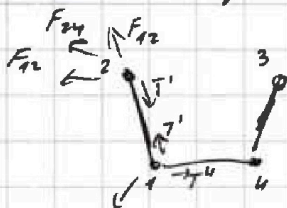
43 4 мурин, 100 м. н. на пол на глянцевом черном

Алла, МД унапредиле уз. право душо, а м.н. в м.н.

исполн. в Рязань и Сургутском явном, но и 1-м изданием.

Всю работу $V=0 \Rightarrow$ и.и. не делаем. В конце

от высшего уровня, как им представляется:



по шагу 2 и 3 буд. поимен. впис. оного

2 и 4 (бонг), а 1 и 4 номинальные

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

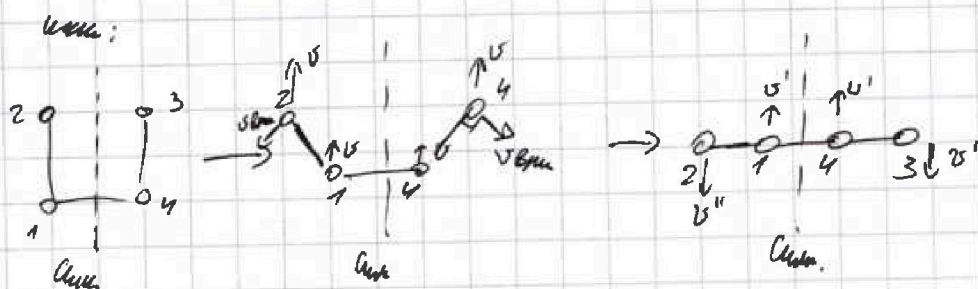
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Кинематическая схема механизма приведена на рисунке.

Угол поворота кривошипа φ задан, $\omega = 10 \text{ рад/с}$.

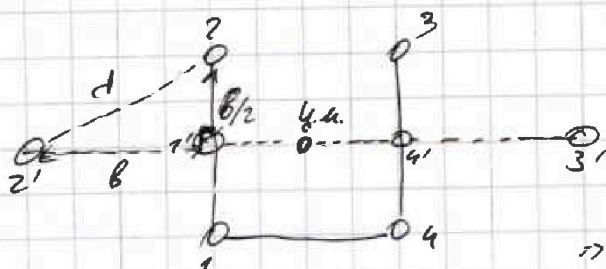
Найти: угловые скорости звеньев механизма.



В момент t кривошип 1 имеет угловую скорость $\omega_1 = 10 \text{ рад/с}$.

Угол поворота кривошипа φ задан, $\omega = 10 \text{ рад/с}$.

Найти: угловые скорости звеньев механизма.



Угол поворота кривошипа φ задан, $\omega = 10 \text{ рад/с}$.

Найти: угловые скорости звеньев механизма.

$$\Rightarrow \text{по теореме подобия } d = b + \left(\frac{b}{2}\right)^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = b \left(2 + \frac{1}{4} \right) = \frac{9}{4} b.$$

2) В момент t кривошип 1 имеет угловую скорость $\omega_1 = 10 \text{ рад/с}$.

Угол поворота кривошипа φ задан, $\omega = 10 \text{ рад/с}$.

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!

В процессе игры движется до скорости 1 м/с (переход.
картинки на экране) Нам 1-4 м/с и 11 с/с
в начале игры. Но если $\Rightarrow$ скорости 1 и 4 будут равны 11
и начнем движение, а скорости 2 и 3 будут оставаться на
скорости 11 и 2 вправо. Нам в том месте (м.н. в с.о.
1 и 4 начали от вправо. Отмечено нам
на окружности радиуса 8). $\Rightarrow$ в начале игры
от 1 и 1 первой скорости 1 и 4 будут 25' а
скорости 2 и 3 будут 1 картинка, которая имеет
бы в начале игры будет изначальным
но за время 8 м/с скорость, м.н. все время
F крестиком будет вправо 1 и вправо
назад и от 11 и начнется. $\Rightarrow$ 10 з.м.
Скорости 25" 2 и 3 будут 11 = 5' (от
з.м. и будет не 0).



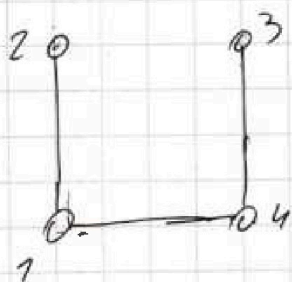
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

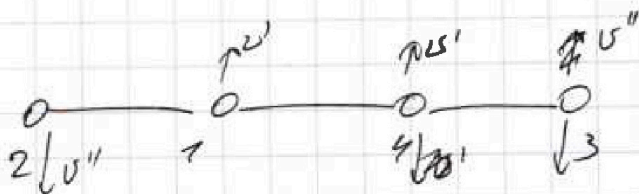


Значит $E_{\text{с.г.}} = 6$ точек:

$$\text{это } \sum_{i=1}^4 k q_i^2 =$$

$$= \frac{k q^2}{b} + \frac{k q^2}{\sqrt{2} b} \cdot 2 = \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \frac{k q^2}{b}$$

Найдем энергию системы:



$$E_{\text{с.г.}} = E_{\text{с.г.}} + E_{\text{с.г.}} =$$

$$= 2 m v^2 + \frac{k q^2}{b} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \cdot 2$$

$$= 2 + \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) \cdot 2$$

$$\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{1}{1} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) =$$

$$= 2 m v^2 + \frac{k q^2}{b} \left(4 \frac{1}{3} \right) =$$

$$2 m v^2$$

Ответ: 1) $T = \frac{k q^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$; 3) $d = \frac{b}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)$



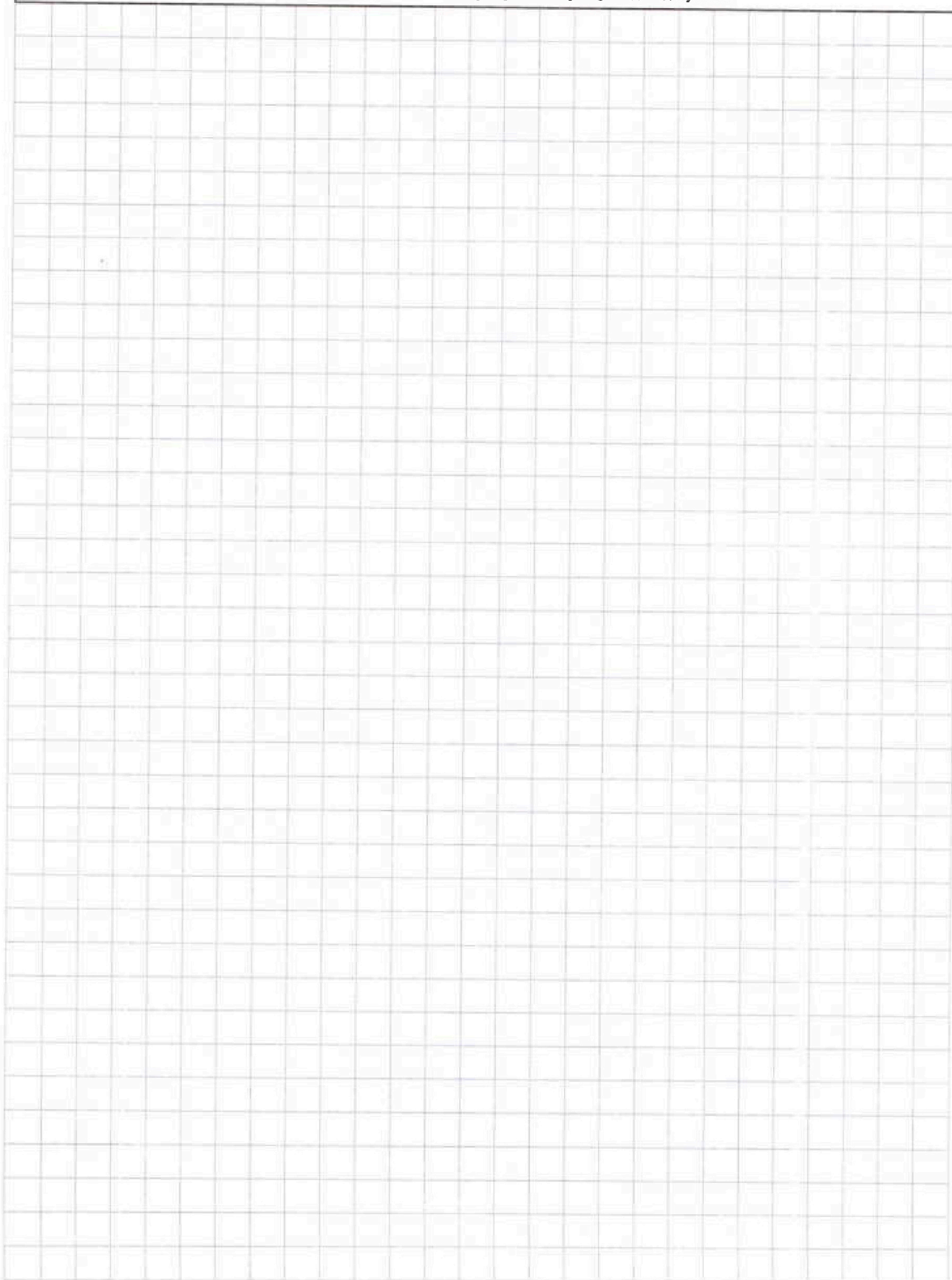
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



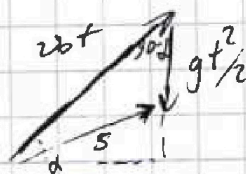
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Порта QR-кода недопустима!



$$h = C_p$$

$$\alpha T = \frac{\Delta(PV)}{\Delta R}$$

$$x = v_0 \cos(\alpha) t$$

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

$$y(x) =$$

$$\frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2}$$

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

$$1 + \tan^2 = \frac{2}{\cos^2}$$

$$25$$

$$y = ax^2 + bx + c$$

$$y' = 2ax + b$$

$$x_0 = -\frac{b}{2a}$$

$$y(x_0) =$$

$$y = x \tan(\alpha) - \left(\frac{gx^2}{2v_0^2} \right) \frac{1}{\cos^2(\alpha)} =$$

$$= x \tan(\alpha) - \frac{gx^2}{2v_0^2} - \tan^2(\alpha) \cdot \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{i}{2} + \frac{P_0 V}{P_0 V + \Delta V P}$$

$$\frac{1}{\cos^2} = \frac{1}{\cos^2}$$

$$20 + 20 = 5$$

$$C$$

$$K$$

$$\Delta Q = \Delta U + A$$

$$\left(e^{\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)} \right)^n \frac{V_2}{V_1}$$

$$e^n$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^n$$

$$P_2 V_2^{-n} = P_1 V_1^{-n}$$

$$\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) = n \cdot \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

$$k = \frac{C_p - C}{C - C_v}$$

$$PV^k = \text{const}$$

$$\int_{P_1}^{P_2} \frac{\Delta P}{P} = \int_{V_1}^{V_2} \frac{\Delta V}{V} \cdot \left(\frac{C_p - C}{C - C_v} \right)$$

$$\left(\frac{i}{2} - k \right) \Delta PV =$$

$$= \left(\frac{i}{2} + 1 - k \right) \Delta V \cdot P$$

$$(C_v - C) \Delta PV =$$

$$= (C_p - C) \Delta V \cdot P$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

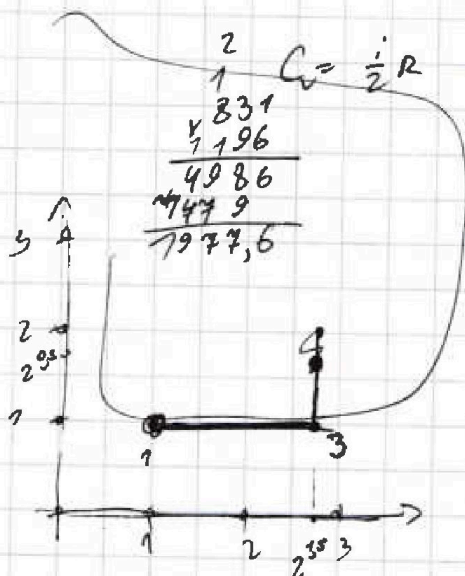
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$C_{\text{в}} T = \frac{i}{2} R_{\text{в}} T + P_{\text{в}} V \rightarrow 0 \quad \text{и} \quad C_{\text{в}} \Delta V = \text{const}$$



$$C_p = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R \quad 4 - 2^{3.5} + 2 - 2^{2.5}$$
$$6 - 2^{3.5} - 2^{2.5}$$

$$\frac{2.5 - 2}{2 - 0.5} = k = \frac{0.5}{0.5} = 1 \quad 2^{3.5} + 2^{2.5} =$$

$$\sqrt{2} = 1.4$$

$$P V \cdot \text{const} = \sqrt{2} \cdot (2^{3.5})$$

$$\frac{2 - 0.5}{6(1 - \sqrt{2})}$$

$$6 \cdot 4 \cdot 831 \cdot 0.5 = 0.5 -$$

$$= \frac{6 \cdot 16}{10} \cdot 831$$

$$12 \cdot 400 \cdot 831 =$$

$$96 \cdot 831$$

$$= 12 \cdot 4 \cdot 831$$

$$6 \cdot 831 \cdot \sqrt{4 \cdot 2}$$

$$180$$

$$4 \cdot 0.4 - \frac{10 \cdot 0.4^2}{2} =$$

$$= 1.6 - 0.8 = 0.8$$

$$3 \cdot 400 \cdot 2 \cdot 831$$

$$3 \cdot 4000 \cdot 0.5 \cdot 831$$

$$\frac{2^{3.5}}{2^3} = 3$$

$$2^{3.5} \cdot k = 2^2$$

$$\frac{831}{6} = 138.5$$

$$831 \times 6 =$$

$$= 6 + 180 + 4800$$

$$4986$$

$$\frac{19944}{4986} = 4$$

$$\frac{4 \cdot 9^2}{8^2}$$

$$4986 \times 4 =$$

$$= 24$$

