



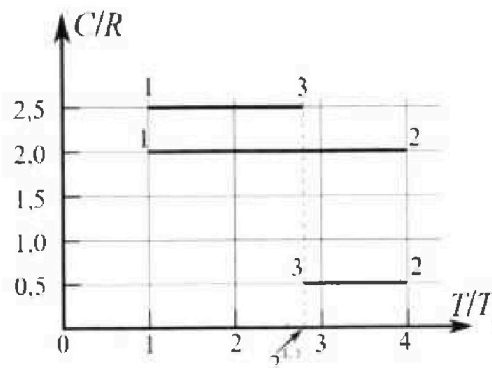
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01



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

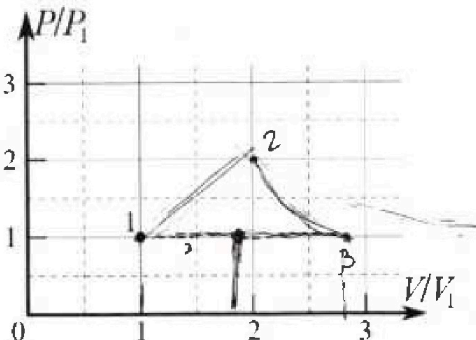
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



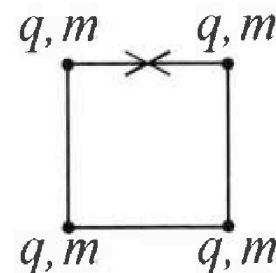
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 шарика 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 шарика 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 пр опорциональности 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.

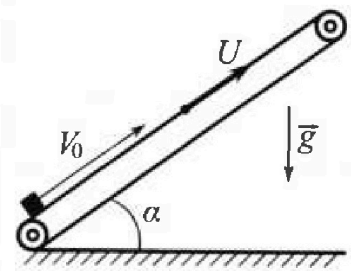
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

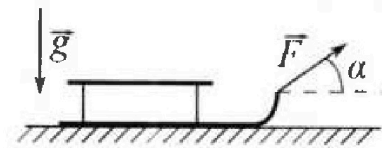
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

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



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

Дано:

m

Решение

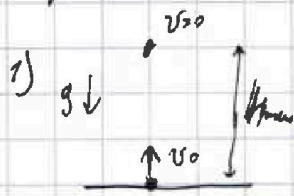
$T = 2 \text{ сек}$

$S = 20 \text{ м}$

$g = 10 \text{ м/с}^2$

$v_0 = ?$

$H = ?$



Мед. пушечка выстрелила вверх, от высоты H прямоугольного, вверх, с ускорением g , g g .

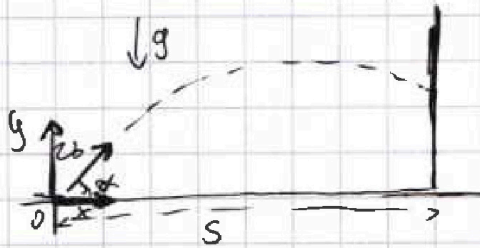
Возвз. Максимальная высота H_{max} - высота, на которой

он начинает опускаться. Запишем закон сохранения

энергии: $v = v_0 - gt$ $v = 0$ $v = 0$ $v = 0$

уравнение: $0 = v_0 - gT \Rightarrow v_0 = gT \Rightarrow v_0 = 20 \text{ м/с}$

2)



Вектор v_0 направлен под углом α к горизонту;

Oy - вертикаль, в том же направлении. Ox направлена

к стене и перпендикулярна ей. Пушечка

выстрелила под углом α к горизонту. Когда α к горизонту.

Запишем два уравнения от времени:

$$\begin{cases} x = v_0 \cos(\alpha) t \\ y = v_0 \sin(\alpha) t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \quad (g \text{ ускорение вправо и вверх})$$

Итак, найдем $y(x)$: $t = \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)}$

$$y = v_0 \sin(\alpha) \cdot \frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_0 \cos(\alpha)} \right)^2$$

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

Высота максимальная в стене; y знаем 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. Печать 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.

коэф, зависящие от угла:

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

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

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

y от $\operatorname{tg}(\alpha)$ будет являться параболой, вершина которой

направлена вверх. \Rightarrow т.е. макс высота угла от земли - это

и если найти макс значение y - оно достигается

в вершине параболы. т.е. при $\operatorname{tg}(\alpha) = \frac{-b}{2a} = 2$.

(т.е. угол α $\approx 63^\circ$ была направлена, вершина параболы).

($\operatorname{tg}(\alpha)$ можно по формуле найти вершину параболы:

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

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

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

Максимальная высота угла от земли 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 - ?

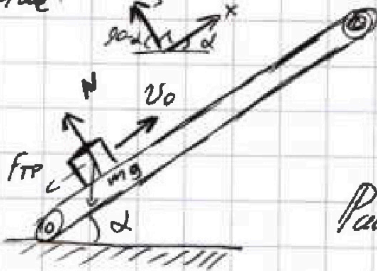
H - ?

T - ?

Сл

Решение

1)



M - масса тела

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

Рассмотрим блок

Уд. ускорение груза на склоне будет:

На нем выделены силы, действующие Fтр силы =

$$= \mu N$$

В проекции Oх // направлению, к

Oy \perp Oх, но у нас не в том направлении

Заменим \perp з.н. (длина: по Oy если выстроим, то

получим длину силы (выражения)

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

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

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

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

Полностью, чтобы найти путь пройденный по наклонной плоскости:

$$S_1 = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2a} \Rightarrow S_1 = \frac{0 - v_0^2}{-2g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))} = \frac{16 - 4^2}{2 \cdot 10} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ метра}$$

= 0,8 метра. \Rightarrow тогда путь пройденный

Ответ

Длина склona
по пути

$$\text{За } T_1 = \frac{250}{-a}$$

$$= 0,4 \text{ сек}$$

или путь будет равен сумме

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

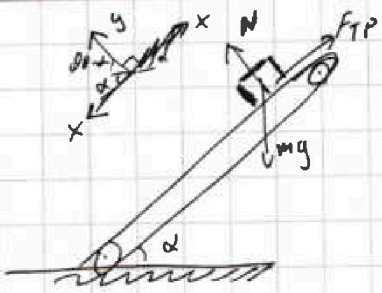
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



Нужно найти ось O_x в направлении z

Скорость $v = 3 \text{ м/с}$

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

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

~~F_{TP}~~ Т.к. F_{TP} некая $\Rightarrow mg \sin(\alpha) - F_{TP} = 0$; т.к.

т.к. не была задана $\Rightarrow mg \sin(\alpha) = F_{TP}$. $F_{TP} \leq \mu N$.

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

$0,8 \leq 0,2 \rightarrow$ невозможно \Rightarrow блок не остановится

и гладкая плоск F_{TP} счит. \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 - путь, который блок пройдет. $S - S_1 = 0,2 \text{ м}$.

Скорость v и время T_2 : $\Rightarrow S_2 = \frac{a_2 T_2^2}{2} \Rightarrow$

$$T_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \approx 0,25 \text{ с}$$

$$T = T_1 + T_2 \quad T_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_2}} \approx \sqrt{\frac{1}{15}} \approx \sqrt{\frac{1}{36}} = 0,25 \text{ с}$$

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

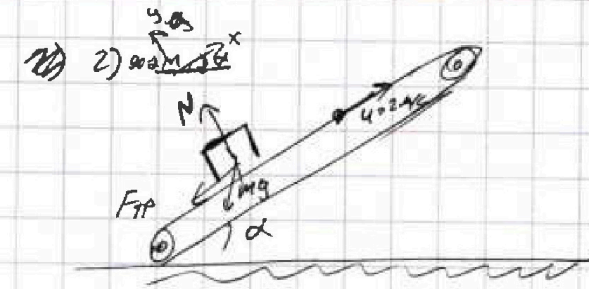
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МОТИ

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



III. Из условия движения

выражаем, где $F_{тр} = \mu N$.

За II закон Ньютона (для m массы)

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

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

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

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

Или за это время: $L = v_0 t + \frac{a_x t^2}{2} =$

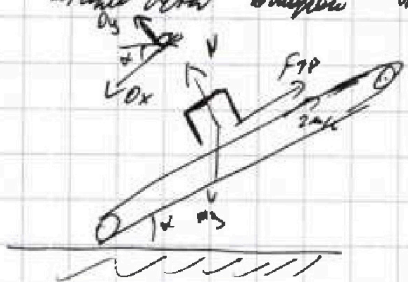
$$= 1,6 - 10 \cdot 0,2^2 = 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,2^2}{2} =$$

$$= 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ м.}$$

III) Даны длина бруска L и его скорость v при движении, как

показано выше, значение $\mu = 0,1$ и т.д.

3)



Решим для m на расходе

$F_{тр} = \mu N$ и т.д. $v = v_0 + a_x t$ и т.д. $L = v_0 t + \frac{a_x t^2}{2}$

В общем случае $a_x = g(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha))$; и $F_{тр} = \mu N$

Самостоятельно. Ответ: (Сейчас $L = 0,6 \text{ м}$)

и. 2 : скорость $v = 2 \text{ м/с}$ и $L = 0,6 \text{ м}$

и $a_x = g(\sin(\alpha) - \mu \cos(\alpha))$

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 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!



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

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

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

\downarrow
 $a_x = 6 \text{ м/с}^2$

в момент когда его длина станет нулю: от ширины

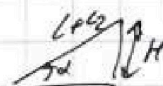
$$\text{еще } L_2 = \frac{0 - v^2}{2a_x} = -\frac{2^2}{2 \cdot 6} = -\frac{1}{3} \text{ м, но длина (и т.д. } O_x$$

нельзя в отрицательную сторону) \Rightarrow от поверхности $\frac{1}{3}$ м

$$\frac{1}{3} \text{ м вверх. } \Rightarrow \text{всего } L + L_2 = (0,6 + \frac{1}{3}) \text{ м.}$$

$$\text{но } H \text{ от основания } L \text{ (или } \cos(\alpha) =) H = (L + L_2) \cdot \cos(\alpha) =$$

$$= 0,36 + 0,2 = 0,56 \text{ м}$$



$$\text{Ответ: 1) } T \approx 0,65 \text{ с 2) } L = 0,2 \text{ м 3) } H = 0,56 \text{ м}$$

17

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!

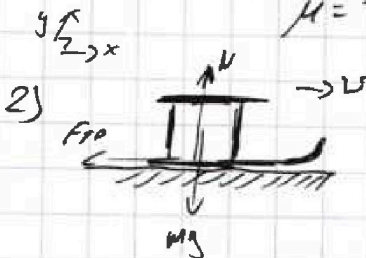


Тело в обеих случаях разлетит из одной точки
 со скоростью v_0 за одинаковое время, но угловое
 вращение будет разным $\alpha_{x1} = \alpha_{x2} \Rightarrow$

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

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

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



М.н. на блоке нуль, так как скользит, но

гладкая F_{TP} скольжения, $= \mu N$.

Решить относительно α , μ и μ из формулы II 3-го закона:

$$\begin{cases} N - mg = ma_{yz} & a_{yz} = 0 \Rightarrow N = mg \Rightarrow \end{cases}$$

$$\begin{cases} -F_{TP} = ma_{xz} & a_{xz} = -\mu g \text{ (знак зависит от выбора осей)} \end{cases}$$

Скорость при спуске: $v = v_0 + a_{xz} t \Rightarrow$

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

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

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



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



N4

1 моль газа

$\nu = 1$ моль

$T_1 = 400$ К

$A_1 = ?$

Кто и что

узнать

Вопрос: какой у нас процесс с известными начальными C_V (идеальной) \Rightarrow для 1 моль: $\Delta Q = \Delta U + \Delta A \Rightarrow$

$$C_V \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + P \Delta V \quad \text{или для 1 моль}$$

$$\text{Ур. М. Клапейрона: } PV = \nu RT \Rightarrow$$

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

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

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

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

$$\text{начальная величина (обозначим } C_P) : \frac{C_P}{R} \cdot P \Delta V = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) P \Delta V \Rightarrow$$

$$= C_P = \left(\frac{i}{2} + 1 \right) R \Rightarrow \text{найдем все необходимые}$$

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

Вопрос: какой у нас процесс? Если процесс изотермический: $\Delta U = 0 \Rightarrow$

$$\frac{C_V}{R} \Delta PV = \frac{i}{2} \Delta PV \Rightarrow C_V = \frac{i}{2} R \Rightarrow \text{обозначим } C_V \text{ в том}$$

процессе за C_V

Обе стороны:

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

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

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

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

Тогда процесс описан из $P_1 V_1^n$ и $P_2 V_2^n$:

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

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

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

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

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

1) И.к. процесс 1-2 $C > 0$ и T убывает, то в этот раз газ

охлажден \Rightarrow По II з. пр. гели: $Q = \Delta U + A_{\text{из}}$

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

$$A_{1-2} = \nu R \Delta T \left(C_{1-2} - \frac{1}{2}\right)$$

ΔT из пр.:

$$A_{1-2} = \nu R \Delta T$$

$T_{\text{кон}} - T_{\text{нач}}:$

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

$$4T_1 - T_2 = 3T_2$$

$$A_{1-2} = 3 \cdot 400 \cdot 0,5 \cdot 8,31$$

И.к. газ охладился, то $i=3$

$$A_{1-2} = 600 \cdot 8,31 = 831,6 = 4986 \text{ Дж}$$

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!



$$2) \eta = \frac{A_{23}}{Q_+}$$

в процессе 1-2 $C > 0$ и $T_{\text{ушла}} \Rightarrow$ тепло передается.

в процессе 2-3 $C > 0$ и $T_{\text{шла}} \Rightarrow$ тепло поглощается

в процессе 3-1 $C > 0$ и $T_{\text{шла}} \Rightarrow$ тепло поглощается $\Delta T = 3T_1$

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

$$Q_{1-2} = (U_2 - U_1) + A_{23, 1-2} = 2 \cdot 3 \cdot 400 \cdot 8,31 =$$

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

$$Q_{1-2} = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 400 + A_{1-2} = 4986 \cdot 4 = 19944 \text{ Дж.}$$

~~$Q_{1-2} =$~~

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

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

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

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

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

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

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

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

$$A_{3-1} = \nu R \Delta T \left(\frac{C_{31}}{R} - \frac{1}{2} \right) = R (1 - 2^{1,5}) \cdot 2$$

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!



$$A_{2000} = A_{1-2} + A_{2-3} + A_{3-7} =$$

$$= A_{1-2} + RT_1 (2 - 2^{3.5} + 4 - 2^{1.5}) =$$

$52 \approx 34$

$$= A_{1-2} + RT_1 (6 - 2^{3.5} (2 + 4)) = A_{1-2} + 6RT_1 (1 - \sqrt{2}) \approx$$

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

$$\eta = \frac{A_{2000}}{Q_1} \approx \frac{1977,6}{19944} \approx 0,1 \quad (10\%)$$

3) Показатель κ для воздуха $\kappa = 1,4$. Если $C = 2,5R$, $\kappa_{\text{мо}} =$
 $= \left(\frac{1+\kappa}{2}\right)R$, $\Rightarrow C_{3-1} = C_P \Rightarrow$ процесс изобарный.

$$P_1 V_1 = \nu R T_1$$

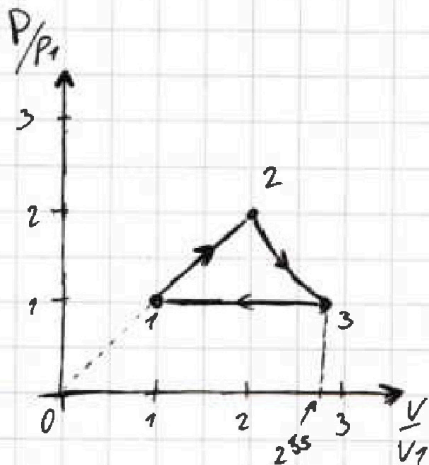
$$P_3 V_3 = \nu R T_3 \Rightarrow (P_3 = P_1)$$

(P_i, V_i - давление и объём в i -ом состоянии)

$$\frac{V_3}{V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 2^{1.5}$$

т.е. процесс из-1:

изобарный процесс от $2^{1.5} \frac{V_1}{V_1}$ до $1 \frac{V_1}{V_1}$



Показатель κ для воздуха 1-2. Изобарный

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

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

Связь температуры, объёма и давления с показателем κ для воздуха \Rightarrow

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

$$\text{где } \kappa = \frac{C_P - C_V}{C_V}$$

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

$$\begin{cases} \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^{\kappa} \\ P_2 V_2 = P_1 V_1 \cdot 4 \end{cases} \Rightarrow$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

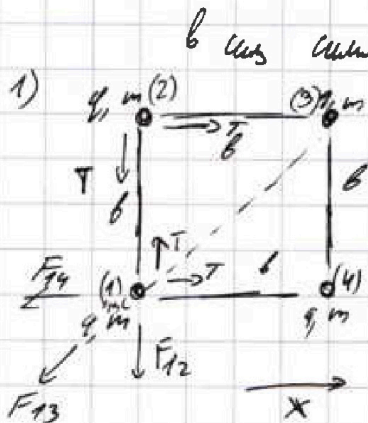
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 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. Печать QR-кода недопустима!

b
m
q
T-?
V-?
d-?



в цепи сил. реакция в точке 2
F13 - сила реакции, действующая на i-ую массу со стороны j-й массы. m. n. имеет значение, но сила не взаимодействует.

Замечание: решение для T-ого случая

на Ox, исходя с точки 1,4: $T = F_{14} + F_{13} \cos(45)$

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

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

Вопрос: 3) в цепи сил. реакция, взаимодействие, или

могут быть остальные силы. Нет взаимодействия

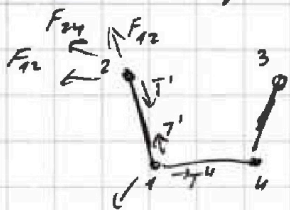
из 4 точек, но не м.к. на все не действуют силы

силы, но значение сил равно нулю, а м.к. в точке

масса в центре и расстояние равно 0, но и не взаимодействуют

всего времени $v=0 \Rightarrow$ и.к. не существует. в точке

он в центре равновесия, как при взаимодействии:



но шаг 2 и 3 был координатный, а

2 и 4 (0,0), а 1 и 4 взаимодействуют

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

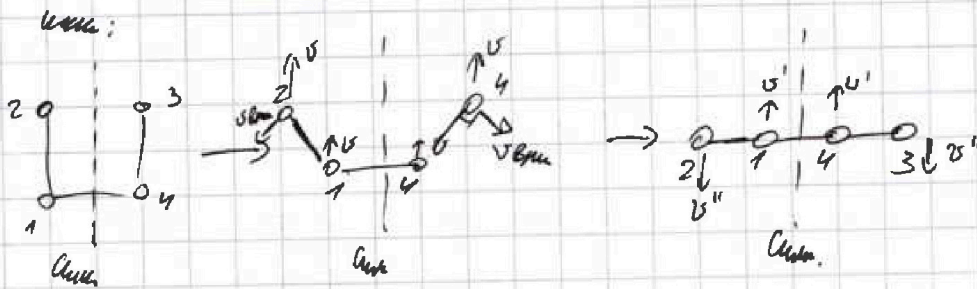
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Кинематика Бухан. Ось вращения z — параллельна z_0 , и горизонтальной.

и.к. z_0 — ось вращения z_0 — параллельна z_0 , и горизонтальной.

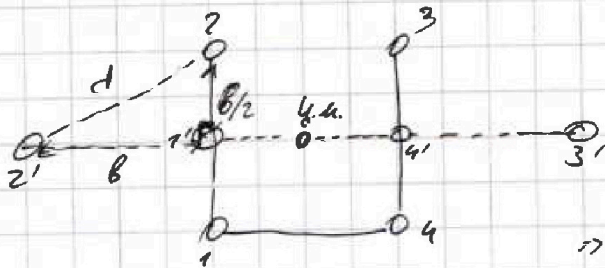
Через ось вращения, по формулам угловых скоростей Бухан. $\omega = \omega_0 + \omega_1$



В момент t и скорости ω — ось вращения z — параллельна z_0 , и горизонтальной

и.к. $\omega = \omega_0 + \omega_1 \Rightarrow \omega = \omega_0 + \omega_1$

углы ω : $(1, 2, 3, 4 - \text{вращение } 1, 2, 3, 4 \text{ вокруг } z_0)$



и.к. во вращении ω — ось вращения z — параллельна z_0 , и горизонтальной

но скорость ω — ось вращения z — параллельна z_0 , и горизонтальной

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

$$\Rightarrow d = b \sqrt{1 + \frac{1}{4}} = \frac{b\sqrt{5}}{2}$$

2) В момент t в z_0 — ось вращения z_0 — параллельна z_0 , и горизонтальной. Все скорости $\omega = 0$

углы ω — ось вращения z — параллельна z_0 , и горизонтальной.

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!

В процессе ~~идет~~ движения до момента 1 секунды (перезагрузка)
карты памяти ~~не~~ (сделано) Нам 1-4 секунды и 11 секунд
в начале главы. Но ~~мы~~ \Rightarrow скорости 1 и 4 будут равны 11
и начнем движение, а скорости 2 и 3 будут ~~составлять~~ $\frac{1}{2}$
скорости 1 и 2 вправо \perp Нам в том месте (и.н. в С.О.
1 и 4 начали отъезжать. Соответственно ~~мы~~
на окружности радиуса $\frac{1}{2}$. \Rightarrow в начале когда
они ~~не~~ 1 секундой скорости 1 и 4 будут $\frac{1}{2}$
скорости 2 и 3 будут \perp ~~плотнее~~, ~~которые~~ ~~начинают~~
бы в ~~направление~~ ~~назад~~ ~~будут~~ ~~идти~~ ~~вправо~~
но за время $\frac{1}{2}$ ~~мы~~ ~~высота~~, и.н. все вправо
F ~~конец~~ ~~назад~~ ~~идут~~ ~~скорости~~ 1 и 2 вправо
начинают и они ~~не~~ ~~направление~~, \Rightarrow ~~но~~ ~~затем~~,
скорости $\frac{1}{2}$ 2 и 3 ~~идут~~ ~~назад~~ $= \frac{1}{2}$ (один
цикл. ~~идут~~ ~~назад~~ не 0).

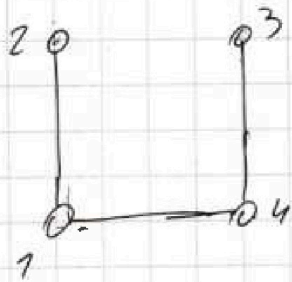
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!

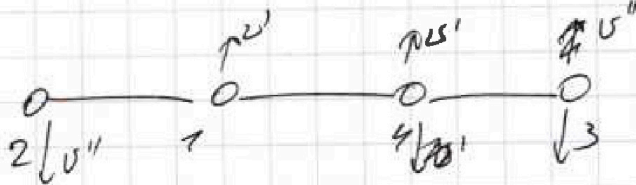


Заменил Э.С.Э. в 1 шаг:

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

$$= \frac{kq^2}{6} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}6} \cdot 2 = \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) \frac{kq^2}{6}$$

Нам же нужна масса:



$$E_{\text{cm}} = E_{\text{kin}} + E_{\text{pot}} =$$

$$= 2m v^2 + \frac{kq^2}{6} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

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

$$\left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \right) =$$

$$= 2m v^2 + \frac{kq^2}{6} \left(4 + \frac{1}{\sqrt{2}} \right) =$$

$$2m v^2$$

Ответ: 1) $T = \frac{kq^2}{6} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)$; 3) $d = \frac{6}{2} \left(\frac{\sqrt{2}}{2} \right)$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

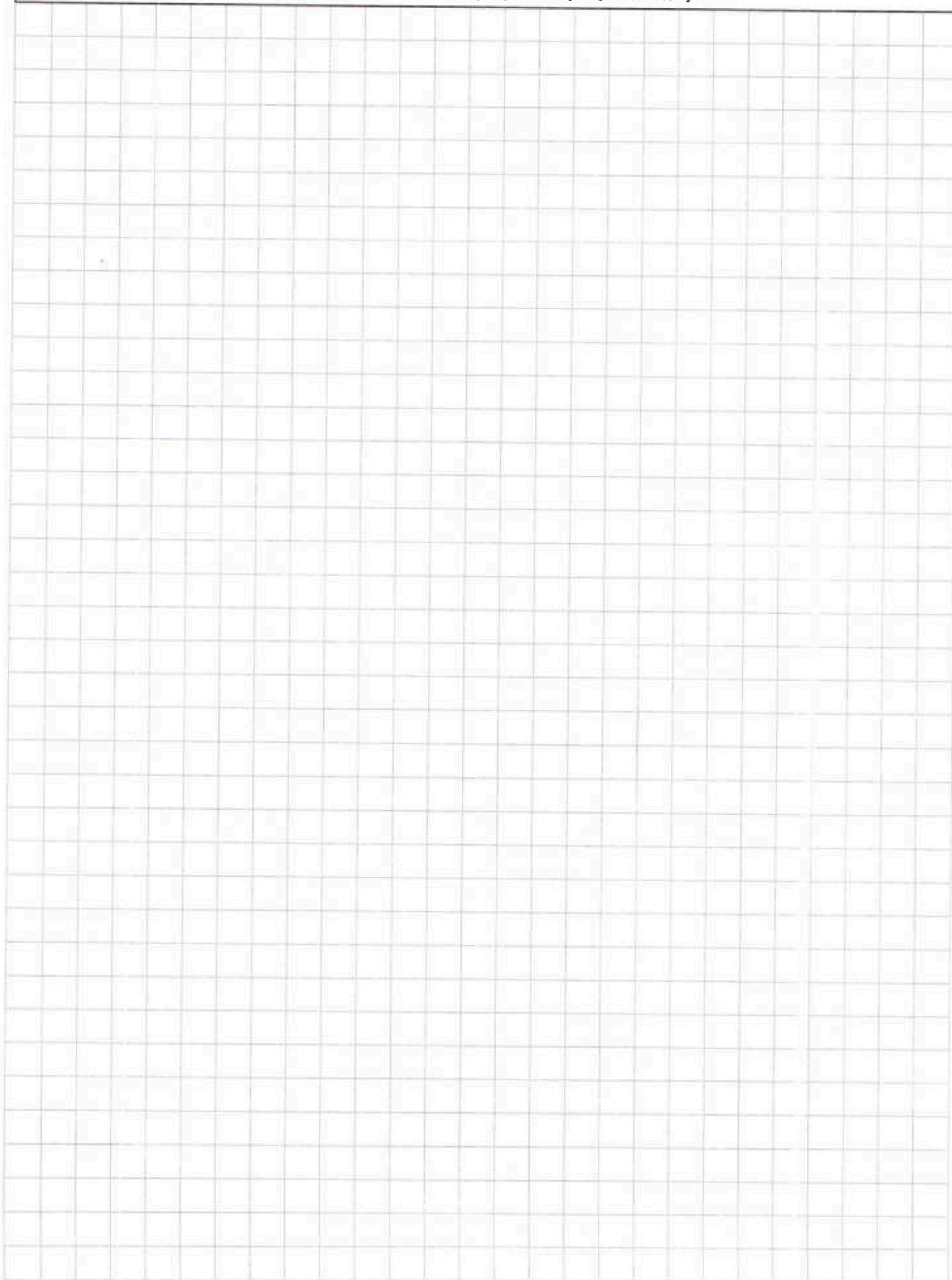
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

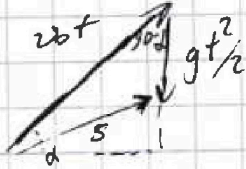
- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$\Delta Q_{\Delta T} = \frac{i}{2} \Delta P \Delta T + P_0 \Delta V$$



$$h = C_p \cdot \epsilon \Delta T$$

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

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

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

$$y(x) =$$

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

$$\frac{C}{R} = k$$

$$k(\Delta PV) + k_0 \Delta V = \frac{i}{2} \Delta PV + \frac{i}{2} \Delta PV$$

$$k \Delta PV + k_0 \Delta V = \frac{i}{2} \Delta PV + \frac{i}{2} \Delta PV$$

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

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

25

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

$$y' = 2ax + b$$

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

$$y(x_0) =$$

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

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

$$\frac{C}{R} = \frac{i}{2} + \frac{P_0 V}{P_2 V + \Delta V P}$$

$$k C_0 \left(\frac{i}{2} - k \right) \Delta PV =$$

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

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

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

$$\frac{1}{e^e} \cdot \ln^2 e^2$$

$$-20 + 20 = 0 = 5$$

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

C

K

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

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

$$e^n$$

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

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

$$k = \frac{C_P - C}{C_V - C}$$

$$P_2 V_2^{-n} = P_1 V_1^{-n} \quad PV^k = \text{const}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

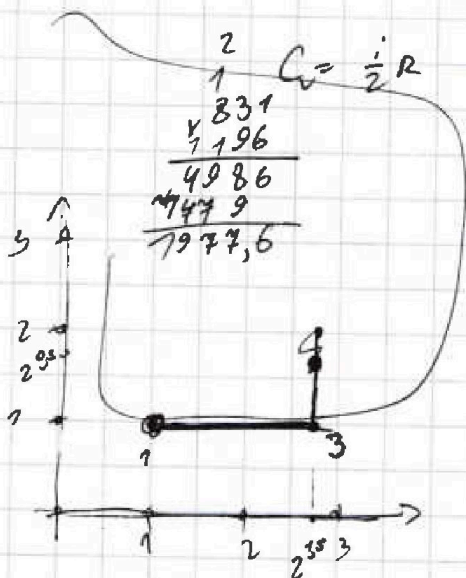
- 1 2 3 4 5 6 7



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



$$C_{\text{в}} \Delta T = \frac{i}{2} \nu R \Delta T + P_{\text{в}} \Delta V \quad \text{и} \quad C_{\text{в}} \Delta V = \text{const}$$



$$C_{\text{в}} = \frac{i}{2} R$$

$$C_{\text{р}} = \left(\frac{i}{2} + 1\right) R$$

$$4 \cdot 2^{3.5} + 2 \cdot 2^{2.5} - 6 \cdot 2^{3.5} - 2^{2.5}$$

$$\frac{2.5 - 2}{2 - 8.5} = k = \frac{9.5}{0.5} = 7$$

$$2^{3.5} + 2^{2.5} =$$

$$\sqrt{2} = 1.4$$

$$P V = \text{const} = \sqrt{2} \cdot (2000)$$

$$2 - 0.5$$

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

$$6 \cdot 4 \cdot 831 \cdot 9.5 = 0.5$$

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

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

$$\left(\frac{P_2}{P_3}\right) \left(\frac{V_2}{V_3}\right)^2$$

$$96 \cdot 831$$

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

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

$$2 = \left(\frac{2^{3.5}}{2^{2.5}}\right)^2$$

$$2 = \left(\frac{2^{3.5}}{2^2}\right)^2$$

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

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

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

$$= 5.6 - 0.8 = 0.8$$

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

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

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

$$831 \times 6 =$$

$$= 6 + 180 + 4800$$

$$4986 \times 4 =$$

$$\begin{array}{r} 24 \\ 320 \\ 3600 \\ 16000 \\ \hline 19944 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 19944 \quad | \quad 4986 \\ -16 \\ \hline 34 \\ -36 \\ \hline 34 \\ -32 \\ \hline 24 \end{array}$$

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

