



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

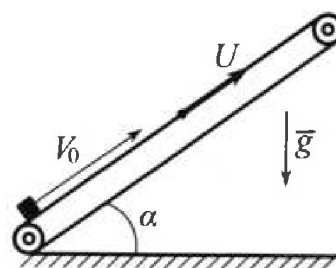
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

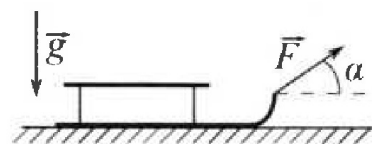
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4$ м/с.

- 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.



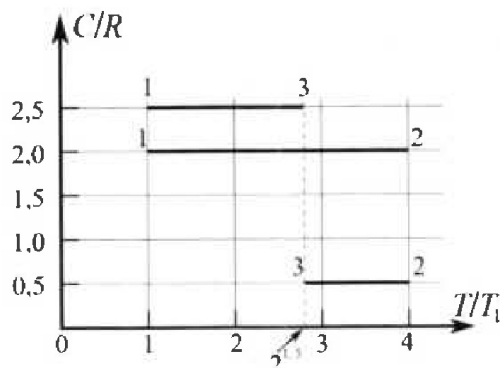
- 1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
 - 2) Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .
- Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

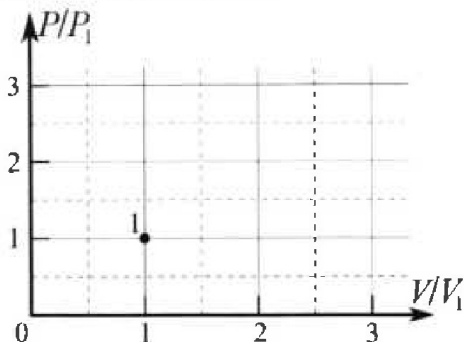
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



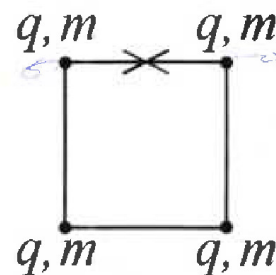
1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

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 объем 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.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

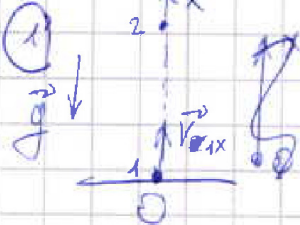
МФТИ

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



№1
Дано:
 $g = 10 \frac{m}{c^2}$
 $T = 2c$
 $S = 20m$
1) $V_0 = ?$
2) $H_{max} = ?$

Решение:



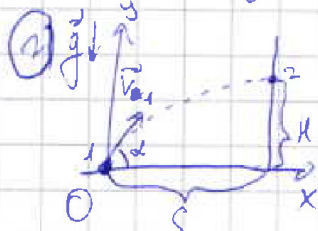
$$\vec{V}_{1x} = V_0$$

$$\vec{V}_{2x} = 0$$

$$V(t) = V_0 - gt \rightarrow V_{2x}(T) = V_0 - gT = 0$$

$$V_0 = gT = 20 \frac{m}{c}$$

Ответ: $V_0 = 20 \frac{m}{c^2}$



$$|\vec{V}| = V_0, \forall t$$

$$x(t) = V_{1x} t \rightarrow t = \frac{x(t)}{V_{1x}}$$

$$y(t) = V_{1y} t - \frac{gt^2}{2}$$

$$y(x) = V_{1y} \cdot \frac{x}{V_{1x}} - \frac{g x^2}{2 V_{1x}^2} = \frac{V_{1y}}{V_{1x}} x - \frac{g x^2}{2 V_{1x}^2}$$

$$= \frac{V_1 \sin \alpha}{V_1 \cos \alpha} \cdot x - \frac{g x^2}{2 (V_1 \cos \alpha)^2} = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 V_1^2 \cos^2 \alpha} =$$

$$= x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 V_1^2 \cos^2 \alpha} = x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 V_0^2} (1 + \tan^2 \alpha) = -\frac{g x^2}{2 V_0^2} \tan^2 \alpha + x \tan \alpha - \frac{g x^2}{2 V_0^2}$$

- $\frac{g x^2}{2 V_0^2}$ - у отнимается $\tan \alpha$ по правилу параллелограмма

$$y(H) = y_2 = -\frac{g S^2}{2 V_0^2} \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 V_0^2} = \frac{2 g S^2}{V_0^2} \left(\frac{1}{2} \tan^2 \alpha - \frac{1}{2} \tan \alpha + \frac{1}{2} \right)$$

Получаем уравнение $\frac{g S^2}{V_0^2} \tan^2 \alpha - \tan \alpha + \frac{g S^2}{V_0^2} = 0$

При решении уравнения $y(x=S) = 0$ получили 2 корня:

$$\tan \alpha =$$



$$\frac{2 V_0^2}{2g} \left(\frac{g S^2}{2 V_0^2} + 1 \right) = 0$$

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!

Получим из уравнения $y(x=5) = -\frac{gs^2}{2V_0^2} \approx -\frac{gs^2}{2V_0^2} = -\frac{gs^2}{2V_0^2} (tg^2 t - \frac{2V_0^2}{gs} tg t + 1) \equiv$
 $\equiv tg^2 t - \frac{2V_0^2}{gs} tg t + 1 = 1 \equiv tg t (tg t - \frac{2V_0^2}{gs}) = 0$ получим экстрем:

$tg t_1 = 0$ или $tg t_2 = \frac{2V_0^2}{gs}$, а поскольку $y(tgd)$ симметрична (наибольшие значения), то ее макс. будем достигать при $tg t = \frac{tg t_1 + tg t_2}{2} = \frac{V_0^2}{gs}$

Получим: $y_{max} = H_{max} = -\frac{gs}{2V_0^2} \left(\frac{V_0^2}{gs} \right)^2 - \frac{2V_0^2}{gs} \cdot \frac{V_0^2}{gs} + 1 =$
 $= -\frac{V_0^2}{2g} + \frac{V_0^2}{g} - \frac{gs^2}{2V_0^2} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gs^2}{2V_0^2}$

Ответ: $H_{max} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gs^2}{2V_0^2}$

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. Печать QR-кода недоступна!



№21

Дано:

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

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

$$S = 1 \text{ м}$$

$$u = 2 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

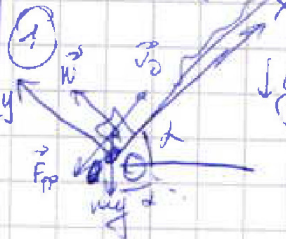
$$V_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$1) T = ?$$

$$2) H = ?$$

$$3) H = ?$$

Решение:



2 зак. Ньютона по OX и OY;

$$m a_{y\text{ц}} = 0 = N - m g \cos \alpha$$

$$m a_x = -m g \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр макс}} = \mu N$$

↓

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

Пусть $x(t)$ — расстояние движ. вниз. за время t в Б

$$V_x(t) = V_0 + a_x t \rightarrow V_x(T) = 0 = V_0 - g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T \rightarrow$$

$$\rightarrow T = \frac{V_0}{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 0,4 \text{ с}$$

$$x(t) = V_0 t + \frac{a_x t^2}{2} = V_0 T - \frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T^2}{2} = 0,8 \text{ м} < S = 1 \text{ м, т.е. } T = T + T', \text{ где } T'$$

$$\text{высв. упр. движ. } V_x(T') = V_0 - x(T') = \frac{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) (T')^2}{2} \quad (\text{пусть идем, т.к. } V_x = 0 \text{ движение не закончилось, а оно началось})$$

$$\mu < \tan \alpha \text{ } \Rightarrow \text{ движ. не закончилось } \rightarrow T' = 0,2 \text{ с } \rightarrow T = T + T' = 0,6 \text{ с}$$

$$\text{Ответ: } T = 0,6 \text{ с}$$

1) 2) и 3) зак. сохранения в со системы, тогда и $\vec{V}_{\text{шара}}$ в со прибавились — 0,2

2) При переходе в со $|\vec{V}_{\text{шара}}| = |\vec{V}|$ будем означать

$$|\vec{V}_{\text{шара}}| = 2 \text{ м/с}, \text{ а } |\vec{V}_{\text{шара}}| = |\vec{V}_0 - \vec{u}| = 2 \text{ м/с, т.е. будем искать } \vec{V}_0$$

$$\vec{V}_0 = \vec{u} + \vec{V}_{\text{шара}} = 2 \text{ м/с} + 2 \text{ м/с} = 4 \text{ м/с}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m u^2}{2} + \frac{m V_{\text{шара}}^2}{2} \rightarrow \frac{m V_0^2}{2} = \frac{m u^2}{2} + \frac{m V_{\text{шара}}^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2} = \frac{u^2}{2} + \frac{V_{\text{шара}}^2}{2} \rightarrow V_0^2 = u^2 + V_{\text{шара}}^2 \rightarrow V_0 = \sqrt{u^2 + V_{\text{шара}}^2} = \sqrt{2^2 + 2^2} = 2\sqrt{2} \text{ м/с}$$

По аналог. 3) ответ: 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!



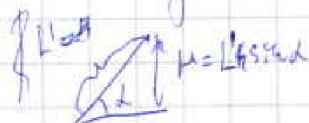
$$\begin{cases} 0 = (V_0 - u) - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^* \rightarrow t^* = \frac{V_0 - u}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{0}{9.8} = 0 \\ L - ut^* = (V_0 - u) t^* - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) (t^*)^2}{2} \rightarrow L = V_0 t^* - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) (t^*)^2}{2} \end{cases}$$

Знак μ мы, что при перем. обр. в лев. со временем проведем рас-
считаем $ut^* = 0.4 \text{ м}$

Ответ: $L = 0.6 \text{ м}$

Ответ: $L = 0.6 \text{ м}$

- ③ По условию задачи считаем, что угол $\alpha = 0$
 $= u = 2 \text{ м/с}$, направление u по условию, что u ~~равно~~
 $= V_0 \cos \alpha$, т.е. угол $\alpha = 0$ и V_0 ~~может достигнуть~~ ^{максимально} ~~максимально~~
 ко V_0 ~~была~~ ^{была} ~~основа~~ ^{основа} ~~основана~~ ^{основана} ~~на~~ ^{на} ~~этом~~ ^{этом} ~~значении~~ ^{значении},
 что $V_0 = 0.4 \text{ м/с}$ ~~или~~ $L = 2ut^* = 2 \cdot 2 \cdot 0.1 = 0.4 \text{ м}$



$$H = 0.64 \text{ м}$$

Ответ: $H = 0.64 \text{ м}$

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!

2.153

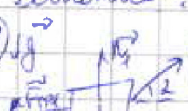
Дано:

V_0 и μ

1) $\mu = ?$

2) $F = ?$

Решение:



1 см.

$F_{\text{тр}1} = F_{\text{тр}2} = \mu N_1$

$F_{\text{тр}2} = F_{\text{тр}1} = \mu N_2$

из 2-го закона Ньютона по ОХ и ОУ в суммарном (и 2):

$$m a_{xy} = 0 = F_1 \sin \alpha + F_2 \sin \alpha - m g \Rightarrow N_1 = m g - F \sin \alpha$$

$$m a_{xy} = 0 = N_2 - m g \Rightarrow N_2 = m g$$

$$m a_{xx} = F_1 \cos \alpha - F_{\text{тр}1} = F \cos \alpha - \mu (m g - F \sin \alpha) = F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha - \mu m g$$

$$m a_{xx} = F_2 - F_{\text{тр}2} = F - \mu m g$$

Выводим, что $a_{xx} = \text{const}$ и $a_{xx} = \text{const}$, а поскольку разогнали сразу до V_0 за $T_1 = T_2 \Rightarrow a_{xx} = a_{xx}$ ($m a_{xx} = m a_{xx}$)

$$F \cos \alpha - \mu m g + \mu F \sin \alpha = F - \mu m g$$

$$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = F$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

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

2) По известным величинам $\vec{F}_1$ и $\vec{F}_2$ найдем, что задано движением

и 2 см. из 1-го закона без учета $\vec{F}_2$. Заменим 1-й закон;

$$\begin{cases} m a_{xx} = -F_{\text{тр}2} = -\mu N_2 = -\mu m g \Rightarrow a_{xx} = -\mu g \\ m a_{xy} = 0 = N_2 - m g \Rightarrow N_2 = m g \end{cases}$$

$$V_{\text{кон}x} = V_0, \text{ тогда } V_x(t) = V_{\text{кон}x} + a_{xx} t = V_0 - \mu g t$$

$$\text{при } T: V_x(T) = 0 = V_0 - \mu g T \Rightarrow T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{Ответ: } T = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

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

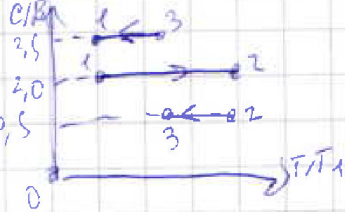
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

ус

Дано:

Решение:

$T_1 = 400 \text{ K}$
 $Z = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$
 $\mu = 1 \text{ моль}$
 $\gamma = 3$



Сначала нужно разобраться, что за процесс изображен. По виду $C = \frac{\Delta Q}{\mu \Delta T}$ (создается впечатление, будто малым) $\mu R \Delta T + P \Delta V$ $P \Delta V = \mu R \Delta T$

по 2-м. началу: $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$, где $\Delta U = \frac{3}{2} \mu R \Delta T$, $\Delta A = P \Delta V$

по $P_{12} = 2,5 P_1 = \frac{5}{2} P_1 \Rightarrow$ это изобарный процесс.

$$P_{12} = 2,5 P_1: 2 \mu R \Delta T = \frac{3}{2} \mu R \Delta T + P \Delta V \Rightarrow P \Delta V = \frac{\mu R \Delta T}{2}$$

$$\Delta(PV) = P \Delta V + V \Delta P = \mu R \Delta T \Rightarrow V \Delta P = \mu R \Delta T - P \Delta V = \frac{\mu R \Delta T}{2} = P \Delta V \Rightarrow \Delta(PV) = \mu R \Delta T = \mu R \Delta T$$

$$\Rightarrow \frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{P}{V} \Rightarrow \text{процесс, где } PV \text{ постоянно}$$

$$\Rightarrow P \propto V^{-1} \Rightarrow P = \frac{C}{V}, \text{ где } V_2 \text{ const. } V \Delta P = -P \Delta V \Rightarrow \mu R \Delta T = -P \Delta V \Rightarrow P \Delta V = -\mu R \Delta T$$

$$\text{По уравнению Менделеева-Клапейрона: } PV = \mu RT \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = -\frac{\Delta T}{T} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = -\frac{\Delta T}{T}$$

$$\frac{\Delta Q}{\Delta T} = \Delta C_p \Rightarrow \Delta C_p = -\Delta C_v = \Delta C_v$$

$$\int_{V_1}^{V_2} d(\ln V) = \int_{T_1}^{T_2} d(\ln \frac{1}{T}) \Rightarrow \ln V_2 - \ln V_1 = \ln \frac{1}{T_2} - \ln \frac{1}{T_1} \Rightarrow \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = \ln \left(\frac{T_1}{T_2} \right) \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_1 T_1 = V_2 T_2, \text{ а так как } V_1, V_2, T_1, T_2 - \text{известны}$$

$$\Rightarrow V_1 T_1 = \text{const, откуда } \frac{PV}{T} = \text{const, откуда } \frac{PV}{T} = \gamma \Rightarrow PV^\gamma = \text{const}$$

$$\text{также } P \Delta V = \mu R \Delta T - V \Delta P = -\mu R \Delta T \Rightarrow V \Delta P = 2 \mu R \Delta T = -2 P \Delta V \Rightarrow \frac{P \Delta V}{P \Delta V} = \frac{2 \mu R \Delta T}{P \Delta V} = \frac{2}{3} \Delta C_p = \frac{2}{3} \Delta C_v$$

$$\Rightarrow \Delta Q = P \Delta V - 2 P \Delta V = -P \Delta V \Rightarrow \Delta Q = \Delta U + P \Delta V = \frac{1}{3} \Delta U, \text{ где } \Delta U = \frac{3}{2} \mu R \Delta T = \frac{3}{2} \mu R \Delta T$$

9) По уравнению Менделеева-Клапейрона:

$$P_1 V_1 = \mu R T_1$$

$$P_2 V_2 = \mu R T_2 = 4 \mu R T_1 = 4 P_1 V_1, \text{ но } P_2 = 2 P_1, V_2 = 2 V_1 \Rightarrow 2 P_1 \cdot 2 V_1 = 4 P_1 V_1$$

Значит, процесс изотермический.

$$A_{12} = \frac{P_1 P_2}{2} (V_2 - V_1) = \frac{3 P_1}{2} \cdot V_1 = \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} \mu R T_1 = 4986 \text{ Дж}$$

$$\text{Следовательно } A_{12} = 4986 \text{ Дж.}$$

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. Печать QR-кода недопустима!



② В процессе 1-2 $u_{12} = \frac{3}{2} \mu R T_1 - \frac{3}{2} \mu R T_2 = \frac{9}{2} \mu R T_1$, а $A_{12} = \frac{3}{2} \mu R T_1$, тогда

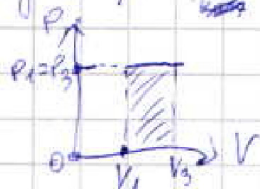
$Q_{12} = u_{12} + A_{12} = 6 \mu R T_1$

В процессе 2-3 $u_{23} = u_3 - u_2 = \frac{3}{2} \mu R T_3 - \frac{3}{2} \mu R T_2 = \frac{3}{2} \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 4) = 3 \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 4)$, а поскольку $\Delta A_{23} =$

$= -\frac{2}{3} u_{23} \rightarrow A_{23} = -\frac{2}{3} u_{23} = -\frac{2}{3} \cdot 3 \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 4) = 2 \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 4)$

а $Q_{23} = \frac{1}{3} \Delta u_{23} \rightarrow Q_{23} = \frac{1}{3} u_{23} = -\mu R T_1 (2\sqrt{2} - 4) < 0$

В процессе 3-1 $u_{31} = u_1 - u_3 = \frac{3}{2} \mu R T_1 - \frac{3}{2} \mu R T_3 = \frac{3}{2} \mu R T_1 (1 - 2\sqrt{2}) = -\frac{3}{2} \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$, а поскольку это изобарный процесс, то $A_{31} = P_1 V_1 - P_3 V_3 = \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$ как площадь



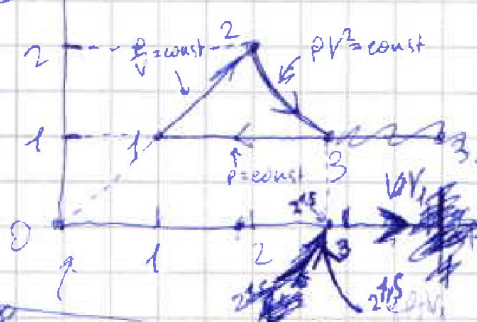
$Q_{31} = A_{31} + u_{31} < 0 = -\frac{1}{2} \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$

то суммарно $\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{Q_+} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{\frac{9}{2} \mu R T_1 + 2 \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 4) - \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)}{6 \mu R T_1} =$
 $= \frac{4.5 + 4 - 2\sqrt{2} - 2\sqrt{2} + 1}{6} = \frac{9.5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \approx 14,3\%$

$\approx 14,3\%$

Ответ: $\eta = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \approx 14,3\%$

⑤



Как известно:

① Процесс 1-2 - прямая линия от $(1, 1)$ до $(2, 2)$

② Процесс 2-3 - кривая линия, а поскольку давление - P_2 , посылку 3-1 для изобарного процесса имеем уравнение $P V^2 = \text{const}$

или $2 P_2 (2 V_1) = P_2 (V_3)^2 \rightarrow$

$V_3^2 = 8 V_1^2 \rightarrow V_3 = 2\sqrt{2} V_1 = 2^{1.5} V_1$

Соединяем $(2, 2)$ с $(2^{1.5}, 1)$ кривой, выходящей из $(2, 2)$

③ Процесс 3-1 - изобарный, соединяет $(2^{1.5}, 1)$ и $(1, 1)$

Исходный график

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

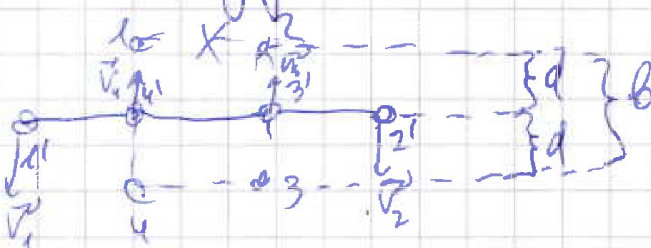
МФТИ

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



в конце
картинка будет

$0 = 2mV_{1x} - 2mV_{2x} \Rightarrow V_{1x} = V_{2x} \Rightarrow$ За малый промежуток времени
шарики по ОХ приблизятся к оси на одно и то же расстояние, но ~~это~~ ^{это будет}
справедливо в любой момент времени, поэтому законченное
время они тоже будут приближаться к ОХ на равное расстояние.
Проникнуем это:



$$b = 2d \Rightarrow d = \frac{b}{2}$$

Ответ: $d = \frac{b}{2}$.