



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.

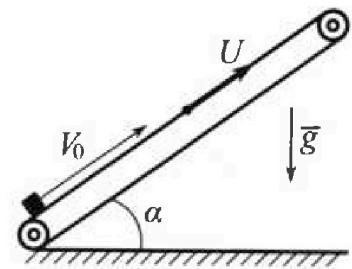
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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.

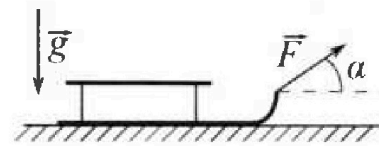
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

3) На какой высоте  $H$ , отчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

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

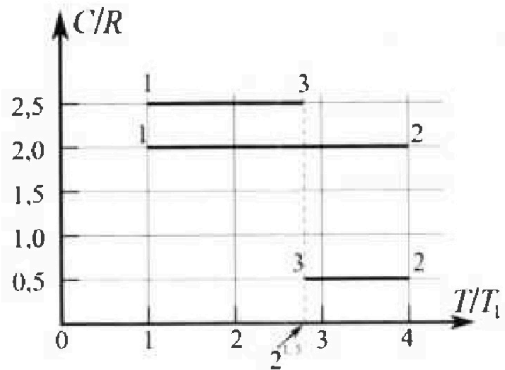
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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

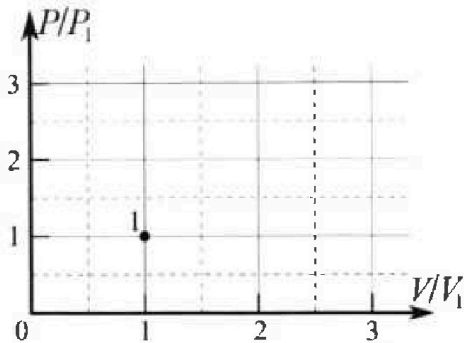
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



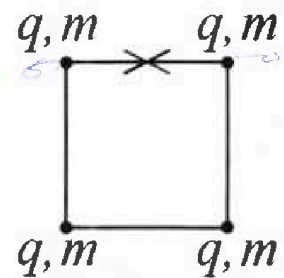
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД  $\eta$  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.

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

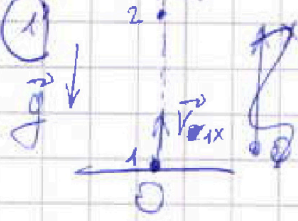
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Поря QR-кода неопустима!

№1

Дано:  
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$   
 $T = 2e$   
 $S = 20 м$

- 1)  $V_0 = ?$   
 2)  $\alpha_{max} = ?$

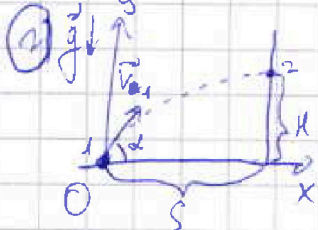
Решение:



$\vec{V}_{1x} = V_0$   
 $\vec{V}_{2x} = 0$

$V(t) = V_0 - gt \rightarrow V_{2x}(T) = V_0 - gT = 0$   
 $V_0 = gT = 20 \frac{м}{с}$

Ответ:  $V_0 = 20 \frac{м}{с^2}$



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

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

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

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

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

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

$-\frac{g x^2}{2 V_0^2}$  - y скомпенсировано  $\tan \alpha$  наравне. упр. ил. каноническая

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

Получаем уравнение  $\frac{g S^2}{2 V_0^2} (\tan^2 \alpha - 2 \tan \alpha + 1) = 0$   
 Три решения упр.  $y(x=S) = 0$   $\frac{g S^2}{2 V_0^2} (\tan^2 \alpha - 2 \tan \alpha + 1) = 0$

$\frac{g S^2}{2 V_0^2} (\tan^2 \alpha - 2 \tan \alpha + 1) = 0$

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!

Теперь решим уравнение  $y(x=5) = -\frac{gS^2}{2V_0^2} \equiv -\frac{gS^2}{2V_0^2} = -\frac{gS^2}{2V_0^2} (tg^2 \alpha - \frac{2V_0^2}{gS} tg \alpha + 1) \equiv$   
 $\equiv tg^2 \alpha - \frac{2V_0^2}{gS} tg \alpha + 1 = 1 \equiv tg \alpha (tg \alpha - \frac{2V_0^2}{gS}) = 0$  найдем корни:

$tg \alpha_1 = 0$  или  $tg \alpha_2 = \frac{2V_0^2}{gS}$ , а поскольку  $y(tg \alpha)$  симметрична (наоборот, если  
выбрать), то ее макс. будем ~~находить~~ <sup>находить</sup> при  $tg \alpha = \frac{V_0^2 tg \alpha_1 + tg \alpha_2}{2} = \frac{V_0^2}{gS}$

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

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. Порча QR-кода недопустима!

№21  
Дано:

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

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

$$S = 1 \text{ м}$$

$$v = 2 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

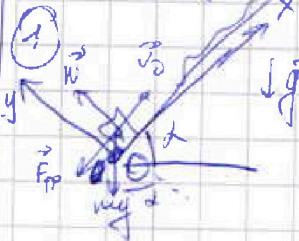
$$v_0 = 4 \text{ м/с}$$

1)  $T = ?$

2)  $L = ?$

3)  $H = ?$

Решение:



2 зак. Коном. по  $Ox$  и  $Oy$ ;

$$m a_{y_0} = 0 = N - m g \cos \alpha$$

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

$$F_{tr} = F_{tr \max} = \mu N$$

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

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

Пусть  $x(t)$  — расстояние макс. выс. забегает  $\vec{v} = 0$

$$v_x(t) = v_0 + a_x t = 0 \Rightarrow v_x(t) = 0 = v_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{v_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = 0,4 \text{ с}$$

$$x(t) = v_0 t - \frac{a_x t^2}{2} = v_0 t - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2}{2} = 0,8 \text{ м} < S = 1 \text{ м, т.е. } T = t + t', \text{ где } t'$$

судит. ур-ние:  $v_x(t) = v_0 - x(t) = \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t'^2}{2}$  (пусть идеем,

т.к.  $v_x = 0$  в начале движения и  $v_x = 0$  в конце движения, то  $v_x = 0$  в середине движения

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

Ответ:  $T = 0,6 \text{ с}$

1) 2) и 3) зак. энергии в со энергии, тогда и  $\vec{v}$  будет в со  $\vec{v}$  прибавится —  $\vec{v}$

2) При переходе в со  $|\vec{v}| = v$  будет означать

$$v_0 \cos \alpha = v, \text{ а } |\vec{v}_{\text{ход}}| = |v_0 - v| = 2 \text{ м/с, т.е. будет меньше}$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = \frac{m v^2}{2} + m g h$$

$$\frac{m v_0^2}{2} - m v^2 = m g h \Rightarrow \frac{m (4^2 - 2^2)}{2} = m g h \Rightarrow h = 0,6 \text{ м}$$

По аналог. 3)  $H = 0,6 \text{ м}$

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!

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

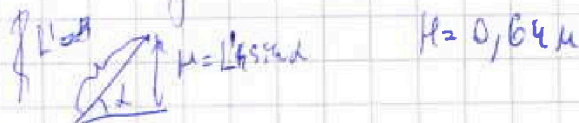
Эти уравнения, что при переходе от системы отсчета в лев. с.о. к прав. с.о. произведем рас-  
суждения и  $\tau^* = 0.4 \text{ с}$

Ответ:  $L = 0,6 \text{ м}$

Ответ:  $L = 0,6 \text{ м}$

③ В с.о. лев. с.о. ситуация следующая, что путь координат  $V_0 \sin \alpha = u = 2 \text{ м/с}$ , направление движения  $V_0 \sin \alpha$  левее, что является ~~свойств.~~

$= V_0 \sin \alpha$ , т.е. путь отстает. Угол  $\alpha$  может достигнуть максимальной скорости, но ко-  
гда  $V_0 \sin \alpha$  ~~когда~~ основа окажется вправо, а это значит, что  $V_0 \sin \alpha$  ~~когда~~  $L = 2u\tau^* - \frac{g(\tau^*)^2}{2}$   $(\tau^* = u/g) / u \sin \alpha$



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

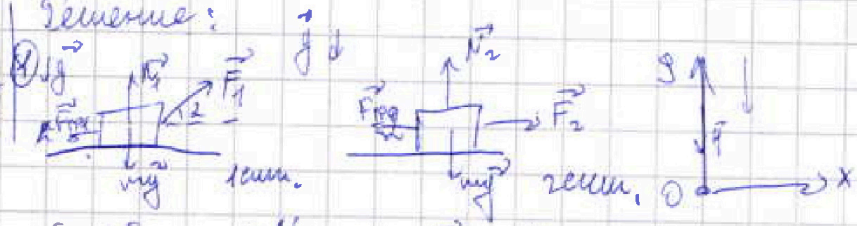
МФТИ

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

2.15.3

Дано:  
 $v_0$   
 $\mu = ?$   
 $F = ?$

Решение:



$$F_{тр1} = F_{тр\max 1} = \mu N_1$$

$$F_{тр2} = F_{тр\max 2} = \mu N_2$$

из закона Ньютона по OX и OY в симметричной (и 2):

$$\begin{cases} m a_{yy} = 0 = F_0 \sin \alpha + F_2 \sin \alpha - m g \Rightarrow N_1 = m g - F_2 \sin \alpha \\ m a_{yy} = 0 = N_2 - m g \Rightarrow N_2 = m g \\ m a_{xx} = F_2 \cos \alpha - F_{тр1} = F_2 \cos \alpha - \mu (m g - F_2 \sin \alpha) = F_2 \cos \alpha + \mu F_2 \sin \alpha - \mu m g \\ m a_{xx} = F_2 - F_{тр2} = F_2 - \mu m g \end{cases}$$

Выводим, что  $a_{xx} = \text{const}$  и  $a_{yy} = \text{const}$ , а поскольку по условию скорость  $v_0$  задана  $F_1 = F_2 \Rightarrow a_{1x} = a_{2x} \Rightarrow a_{1x} = a_{2x} (m a_{1x} = m a_{2x})$

$$F_2 \cos \alpha - \mu m g + \mu F_2 \sin \alpha = F_2 - \mu m g$$

$$F_2 (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) = F_2 \Rightarrow \cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1 \Rightarrow \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$$

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

2) По условию вычислим  $\vec{F}_1$  и  $\vec{F}_2$  тем, что задана скорость

в 2-м случае из 1-го уравнения без учета  $\vec{F}_2$ . Заменим в этом уравнении

$$\begin{cases} m a_{xx} = -F_{тр2} = -\mu N_2 = -\mu m g \Rightarrow a_{2x} = -\mu g \\ m a_{yy} = 0 = N_2 - m g \Rightarrow N_2 = m g \end{cases}$$

$v_{\text{кон}} = v_0$ , тогда  $v_x(t) = v_{\text{кон}} + a_{2x} t = v_0 - \mu g t$

при  $T: v_x(T) = 0 = v_0 - \mu g T \Rightarrow T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$

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

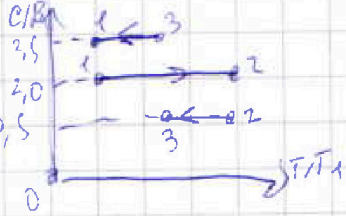


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

174

Дано: Решение:

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



Стандарт нужно разобраны  
 или за процесс изобарический  
 По урав-ю  $C = \frac{\Delta Q}{\mu \Delta T}$  (содержит абсолютную величину)  
 $\mu R \Delta T + P \Delta V$   
 $P \Delta V = \mu R \Delta T$

- 1)  $A_{12} = ?$
- 2)  $\eta = ?$
- 3)  $P_1, P_2, P_3 = ?$

по 2-ой теореме:  $\Delta Q = \Delta U + \Delta A$ , где  $\Delta U = \frac{3}{2} \mu R \Delta T$ ,  $\Delta A = P \Delta V$   
 $P_{12} = 2,5 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}\cdot\text{К}} = \frac{5}{2} P \Rightarrow$  это изобарический процесс.

$P_{12} = 2,5; 2 \mu R \Delta T = \frac{3}{2} \mu R \Delta T + P \Delta V \Rightarrow P \Delta V = \frac{\mu R \Delta T}{2}$   
 $\Delta(PV) = P \Delta V + V \Delta P = \mu R \Delta T$   
 $\Delta(PV) = \mu R \Delta T = \mu R \Delta T \Rightarrow V \Delta P = \mu R \Delta T - P \Delta V = \frac{\mu R \Delta T}{2} = P \Delta V \Rightarrow$

$\Rightarrow \frac{\Delta P}{\Delta V} = \frac{2P}{V} \Rightarrow$  процесс гиперболический  $PV = \text{const}$

$P \Delta V = P \Delta V \propto V \Rightarrow P = dV$ , где  $V_2 = \text{const}$   
 $P_{23} = \frac{P}{2} + \mu \frac{R}{2} \Delta T = \frac{3}{2} \mu R \Delta T + P \Delta V \Rightarrow P \Delta V = -\mu R \Delta T$

По урав-ю Менг.-Клапейрона:  $PV = \mu RT \Rightarrow \frac{\Delta V}{V} = -\frac{\Delta T}{T}$

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

$\Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_1}{T_2} \Rightarrow V_1 T_1 = V_2 T_2$ , а поскольку  $V_1, V_2, T_1, T_2$  - известны  $\Rightarrow$

$\Rightarrow V_1 T_1 = \text{const}$ , согласно  $\frac{PV}{T} = \text{const}$ , откуда  $\frac{PV}{T} = \chi \Rightarrow PV^2 = \chi T = \text{const}$

таким же  $P \Delta V = \mu R \Delta T - V \Delta P = -\mu R \Delta T \Rightarrow V \Delta P = 2 \mu R \Delta T = -2 P \Delta V \Rightarrow \frac{2}{3} \mu R \Delta T = \frac{2}{3} \Delta U =$   
 $\Rightarrow \Delta A = P \Delta V - 2 P \Delta V = -P \Delta V \Rightarrow \Delta Q = \Delta U + \Delta A = \frac{1}{3} \Delta U = -\frac{2}{3} \Delta U$

9) По урав-ю Менг.-Клапейрона:  
 $P_1 V_1 = \mu R T_1$   
 $P_2 V_2 = \mu R T_2 = 4 \mu R T_1 = 4 P_1 V_1$ , но  $P_2 = 2 P_1, V_2 = 2 V_1$   $\Rightarrow 2 P_1 \cdot 2 V_1 = 4 P_1 V_1$

Зависимости найти как можно лучше по уравнению:  
 $A_{12} = \frac{P_1 P_2}{2} \cdot (V_2 - V_1) = \frac{3 P_1}{2} \cdot V_1 = \frac{3}{2} P_1 V_1 = \frac{3}{2} \mu R T_1 = 49860 \text{ Дж}$

Окончим  $A_{12} = 49860 \text{ Дж}$



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 влечет ответственность!



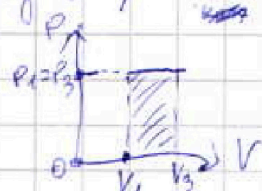
② В процессе 1-2  $U_{12} = \frac{3}{2} \mu R T_1$ , а  $A_{12} = \frac{3}{2} \mu R T_1$ , тогда

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

В процессе 2-3  $U_{23} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2} \mu R T_3 - \frac{3}{2} \mu R T_2 = \frac{3}{2} \mu R T_1 (2 - 4) = -3 \mu R T_1$ , а согласно  $\Delta A_{23} = -\frac{2}{3} \Delta U_{23} \rightarrow A_{23} = -\frac{2}{3} \Delta U_{23} = 2 \mu R T_1 (2 - \sqrt{2})$

В процессе 3-1  $U_{31} = U_1 - U_3 = \frac{3}{2} \mu R T_1 - \frac{3}{2} \mu R T_3 = \frac{3}{2} \mu R T_1 (1 - 2) = -\frac{3}{2} \mu R T_1$ , а согласно  $\Delta A_{31} = -\frac{2}{3} \Delta U_{31} = \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$

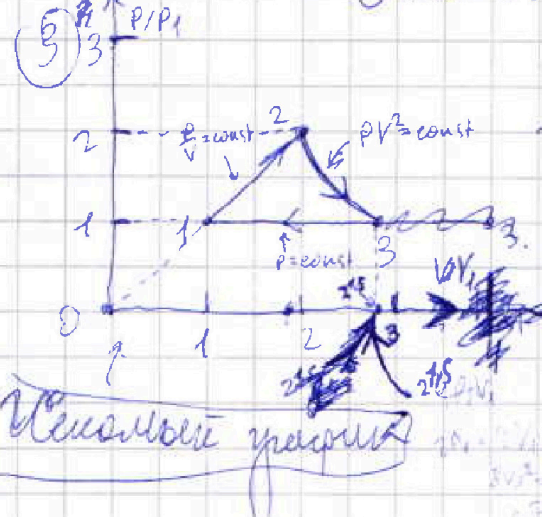
В процессе 3-1  $U_{31} = U_1 - U_3 = \frac{3}{2} \mu R T_1 - \frac{3}{2} \mu R T_3 = \frac{3}{2} \mu R T_1 (1 - 2) = -\frac{3}{2} \mu R T_1$ , а согласно  $\Delta A_{31} = -\frac{2}{3} \Delta U_{31} = \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$  как изобразить



$$Q_{31} = A_{31} + U_{31} < 0 = -\frac{3}{2} \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

по определению  $\eta = \frac{A_{\text{полез}}}{Q_+} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{\frac{3}{2} \mu R T_1 + 2 \mu R T_1 (2 - \sqrt{2}) - \mu R T_1 (2\sqrt{2} - 1)}{6 \mu R T_1} = \frac{1,5 + 4 - 2\sqrt{2} - 2\sqrt{2} + 1}{6} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \approx 14,3\%$

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



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

② Процесс 2-3 - кривая линия, а постоянное давление -  $P_1$ , по сильному 3-1 уже изобразили. Обозначим ее уравнением  $PV^{\gamma} = \text{const}$

Соединяем  $(2, 2)$  с  $(2^{1.5}, 1)$  кривой, вычисляем  $2 \cdot 2^{\gamma} = 1 \cdot (2^{1.5})^{\gamma} \rightarrow 2^{\gamma+1} = 2^{1.5\gamma} \rightarrow \gamma = 2$

Кривые изобразить

③ Процесс 3-1 - изобразить соединительную кривую  $(2^{1.5}, 1)$  и  $(1, 1)$

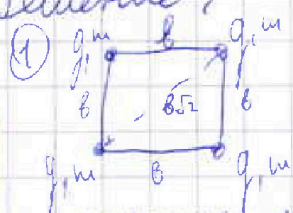


- 1  2  3  4  5  6  7

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

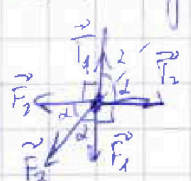
Дано:  
 $m, q, k, b$   
 1)  $T = ?$   
 2)  $V = ?$   
 3)  $d = ?$

Решение:



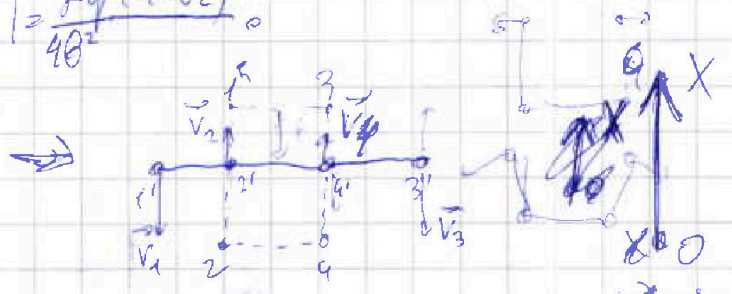
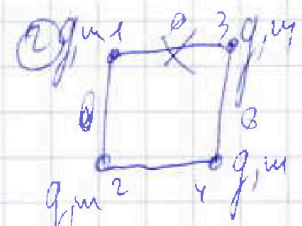
~~Решение поочередно для каждой из зарядов. Поочередно для каждой из зарядов. Поочередно для каждой из зарядов. Поочередно для каждой из зарядов.~~

~~Решение поочередно для каждой из зарядов. Поочередно для каждой из зарядов. Поочередно для каждой из зарядов. Поочередно для каждой из зарядов.~~



$\alpha = 45^\circ$   
 $\beta = 90^\circ$   
 или в более общем случае по осям Ox и Oy запишем:  
 $F_2 \cos \alpha = F_1 + F_3 \cos \alpha = T$   
 $F_2 \sin \alpha = F_3 \sin \alpha = T$   
 $T = \frac{kq^2}{b^2} (1 + \frac{1}{\sqrt{2}}) = \frac{kq^2(2\sqrt{2}+1)}{2\sqrt{2}b^2} = \frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{4b^2}$

Ответ:  $T = \frac{kq^2(4+\sqrt{2})}{4b^2}$



В силу симметрии элементы на рисунке  $|V_1| = |V_3| = V_1$   
 $|V_2| = |V_4| = V_2$  тогда по 30° и 30°:  
 $0 = 2mV_2 - 2mV_1 - V_1 = V_2 - V_1 = V$   
 $\frac{kq^2}{b^2} = \frac{4mV^2}{2} + \frac{kq^2}{3b} \rightarrow \frac{4mV^2}{2} = \frac{2kq^2}{3b} \rightarrow V = \sqrt{\frac{kq^2}{3mb}} = q\sqrt{\frac{k}{3mb}}$

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. Порта QR-кода непустима!

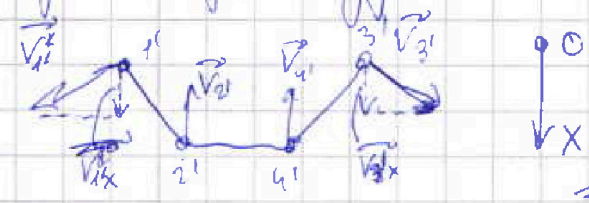


3) ~~Трехзвенный механизм~~ ~~длина кривошипа~~ ~~наименование~~ ~~когда система примет положение~~ ~~перевернется~~ ~~система~~ ~~она примет~~ ~~положение~~ ~~система~~ ~~примет~~ ~~положение~~



~~В момент~~ ~~ситуации~~ ~~мы~~ ~~получим~~ ~~те~~ ~~же~~ ~~уравнения~~ ~~разве~~ ~~что~~ ~~меньше~~ ~~значения~~ ~~скорости~~ ~~мы~~ ~~получим~~ ~~те~~ ~~же~~ ~~систему~~ ~~уравнений~~ ~~для~~ ~~определения~~ ~~скорости~~

Рассмотрим произвольный промежуток времени  $\Delta t$  ~~ситуации~~.  
Формула будет следующей:



По оси  $Ox$  симметрии системы  $|v_{2x}| = |v_{4x}| = v_2$ ,  $|v_{1x}| = |v_{3x}| = v_1$ , а из этого следует, что  $v_{2x} = v_{4x} = v_{2x}$ ,  $v_{1x} = v_{3x} = v_{1x}$ . По ЗКП по  $Ox$ :

~~0 = 2v\_{1x} - 2v\_{2x} = v\_{1x} - v\_{2x}~~ ~~где~~ ~~мы~~ ~~получим~~ ~~уравнение~~ ~~для~~ ~~определения~~ ~~скорости~~ ~~по~~ ~~оси~~ ~~Ox~~ ~~на~~ ~~одно~~ ~~и~~ ~~то~~ ~~же~~ ~~рассмотрим~~ ~~что~~ ~~будет~~ ~~ситуация~~ ~~и~~ ~~для~~ ~~конечного~~ ~~времени~~ ~~когда~~ ~~система~~ ~~примет~~ ~~положение~~ ~~и~~ ~~для~~ ~~конечного~~ ~~времени~~ ~~когда~~ ~~система~~ ~~примет~~ ~~положение~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

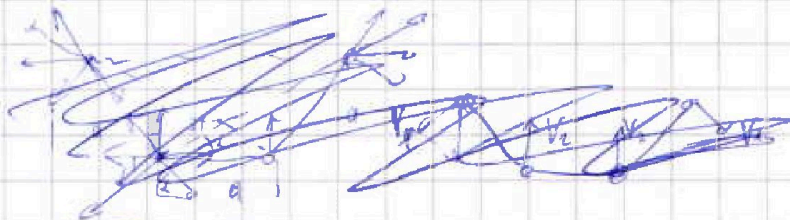
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

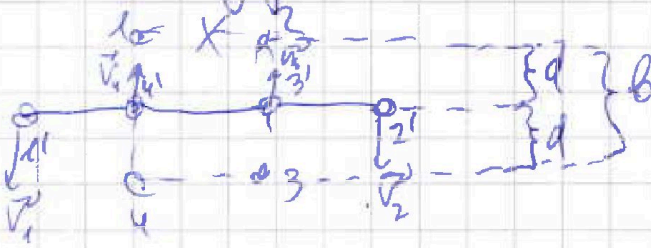


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



~~В конце  
фрагмента будет~~

$0 = 2mV_{1x} - 2mV_{2x} \Rightarrow V_{1x} = V_{2x} \Rightarrow$  За любой промежуток времени шарик по ОХ приблизится <sup>одинаково</sup> на одно и то же расстояние, <sup>это будет</sup> но ~~то~~ это справедливо в любой <sup>любое</sup> ~~какое~~ <sup>любое</sup> времени, поэтому законное время они тоже ~~будет~~ <sup>будет</sup> приблизится по ОХ на равное расстояние.  
Продолжаем так:



$b = 2d \Rightarrow d = \frac{b}{2}$   
Ответ:  $d = \frac{b}{2}$ .