



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

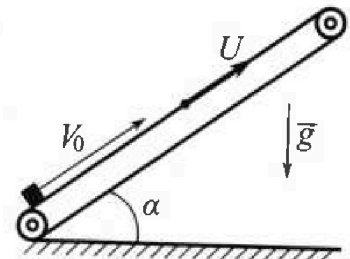
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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?

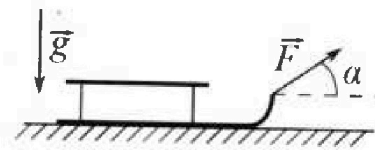
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?
- 3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной 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.



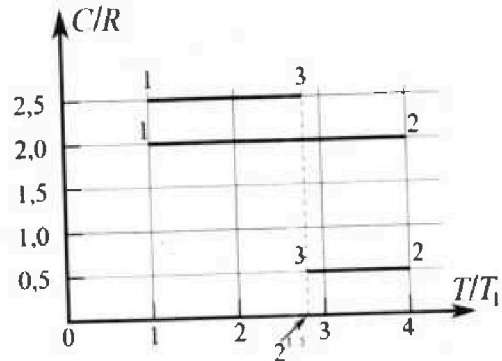
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01



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

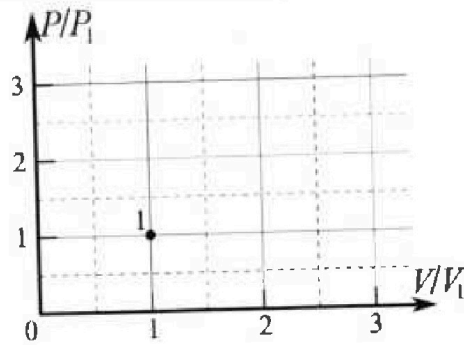
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



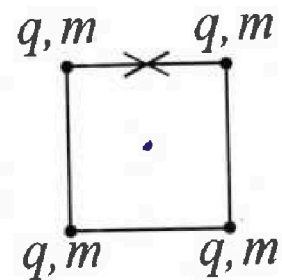
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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. Порча QR-кода недопустима!



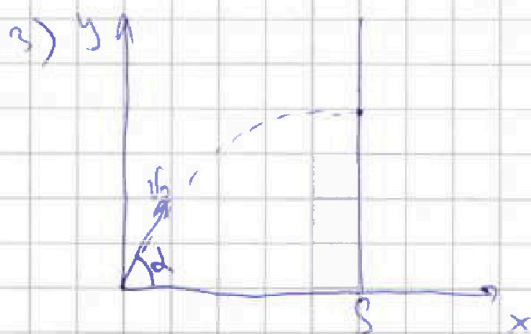
$T = 2c$



$v_y = v_0 - gt$  - уравнение движения  
 $y = v_0 t - \frac{gt^2}{2}$

2) при  $T = 2$   $v_y = 0$

$v_0 = gt = 10 \cdot 2 = 20 \frac{m}{c}$



Запишем уравнения движения

$v_x = v_0 \cos \alpha$   
 $v_y = v_0 \sin \alpha - gt$   
 $x = v_0 t \cos \alpha$   
 $y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$

4) При попадании в стенку  $x = S$

$v_0 t \cos \alpha = S$

Также при попадании  $v_y = 0$ , т.е. попадание в вершину траектории полета мяча, иначе макс  $t = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$

$y = S t \sin \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = S t \sin \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (1 + t^2)$

$y = S t \sin \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} t^2$

$y'(t \sin \alpha) = 0$ , - максимум функции  $y(t \sin \alpha)$

$S - \frac{g S^2}{v_0^2} 2 t \sin \alpha = 0 \Rightarrow S = \frac{g S^2}{v_0^2} t \sin \alpha$

$t \sin \alpha = \frac{v_0^2}{g S}$

$y_{max} = \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} = \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{g S^2}{v_0^4} = \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{g^3 S^4}{2 v_0^6}$



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!

$$y_{\max} = \frac{gs^2}{2v_0^2} - \frac{g^3 s^4}{2v_0^6} = \frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} - \frac{10^3 \cdot 20^4}{2 \cdot 20^6}$$

$$y_{\max} = \frac{10}{2} - \frac{10^3}{2 \cdot 20^2} = \frac{10}{2} - \frac{1000}{800} = \frac{10}{2} - \frac{10}{8} =$$

$$= 5 - 1,25 = 3,75 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$y_{\max} = 3,75 \text{ м}$$

$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gs^2}{2v_0^2} - \frac{gs^2}{2v_0^2} \cdot \frac{v_0^2}{gs}$$

$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gs^2}{2v_0^2} - \frac{s}{2}$$

$$y_{\max} = \frac{400}{10} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} - \frac{20}{2} = 40 - 5 - 10 = 25 \text{ м}$$

Ответ:  $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$$y_{\max} = 25 \text{ м}$$



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!

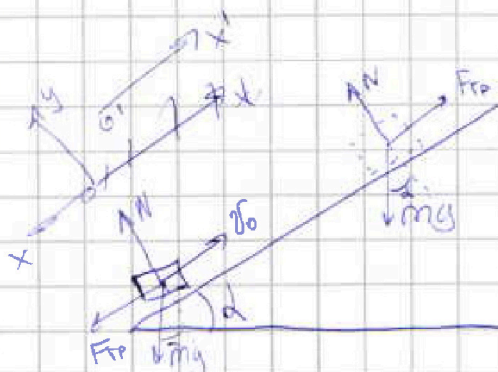


$$\sin d = 0,8$$

$$v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

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

$$g = 10$$



1) Запишем 2 закон Ньютона для тела

$$Ox: ma = mgsin d + F_{тр}$$

$$Oy: mgcos d = N$$

$F_{тр} = \mu N$ , так тело движется  $\Rightarrow F_{тр}$  скользит

2)  $ma = mgsin d + \mu mgcos d$

$$a = gsin d + \mu gcos d$$

$$a = 10 \cdot 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 10 \sqrt{1 - \frac{4^2}{5^2}}$$

$$a = 8 + \frac{10}{3} \cdot \sqrt{\frac{25-16}{25}} = 8 + \frac{10}{3} \cdot \frac{3}{5} = 8 + 2 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

Запишем уравнение движения вдоль оси Ox

$$v = v_0 - at$$

$$S = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

Найдем перемещение до момента  $v=0$

$$v_0 = at \Rightarrow t = \frac{v_0}{a}$$

$$S_x = v_0 \frac{v_0}{a} - \frac{a \frac{v_0^2}{a^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} < 1 \Rightarrow \text{необх рассмотреть время движения } t_{max}$$

Рассмотрим момент, когда тело  $v=0$  и  $y=0$

$mgsin d$  и  $\mu mgcos d$ , сравним  $F_{тр}$  и  $mgsin d$

$sin d$  и  $\mu cos d$

$$0,8 > \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \Rightarrow 0,8 > 0,2 \Rightarrow \text{тело поедет вниз}$$

$ma = mgsin d - \mu mgcos d$  II закон Ньютона Ox

$$a = gsin d - \mu gcos d = 10 \cdot \frac{4}{5} - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} = 8 - 2 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

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!

3) Запишем новое уравнение движения на  $Ox$

$$\begin{aligned} v &= at \\ S_x &= \frac{at^2}{2} \end{aligned} \quad \left| \quad S_x = \frac{16}{20} \Rightarrow S_x = S - S_x - \text{недостающий} \right.$$

$$\frac{at^2}{2} = S - S_x \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2}{a}(S - S_x)} = \sqrt{\frac{2}{6}\left(\frac{20-16}{20}\right)}$$

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot 4}{6 \cdot 20}} = \sqrt{\frac{8}{120}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ c}$$

$$v = t a_{огр} + t = \frac{v_0}{a_1} + \sqrt{\frac{2}{a}(S - S_x)} = \frac{4}{10} + \sqrt{\frac{1}{15}} = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ c}$$

4)  $v_{0z} = v_{0x} + u = 6 \frac{m}{c}$

Запишем ЗСЭ:  $E_{ки} - E_{пн} + E_{ки} - E_{кп} = A_{тр}$

$A_{тр} = 0$ , так как трение направлено перпендикулярно плоскости движения

$$mgh - 0 + \frac{mv_x^2}{2} - \frac{mv_{0z}^2}{2} = -F_{тр}l, \text{ где } v_x = v \frac{m}{c}$$

$$\sin \alpha = \frac{1}{6} \Rightarrow h = 6 \sin \alpha$$

$$m \cdot 6 \sin \alpha - \frac{mv_x^2}{2} - \frac{mv_{0z}^2}{2} = -\mu mg \cos \alpha \cdot 6$$

$$2(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha) = \frac{v_x^2}{2} - \frac{v_{0z}^2}{2}$$

$$6 = \frac{v_x^2 - v_{0z}^2}{2(g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha)} = \frac{6^2 - 2^2}{2\left(10 \cdot \frac{1}{6} + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{2}{5}\right)}$$

$$6 = \frac{36 - 4}{2(8 + 2)} = \frac{32}{20} = \frac{16}{10} = 1,6 \text{ м}$$

5) Для решения п.3  $v_x = 0 \frac{m}{c}$   $6 = \frac{H}{6 \sin \alpha}$

ЗСЭ:  $mgh + 0 - \frac{mv_{0z}^2}{2} = -F_{тр} \frac{H}{\sin \alpha}$

$$H \left( mg + \frac{\mu mg \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) = \frac{mv_{0z}^2}{2} \Rightarrow H = \frac{mv_{0z}^2}{2g + 2 \frac{\mu g \cos \alpha}{\sin \alpha}}$$

$$H = \frac{6^2}{2 \cdot 10 + 2 \cdot \frac{10 \cdot \frac{2}{5}}{\frac{1}{6} \cdot \frac{5}{4}}} = \frac{6^2}{20 + 5} = \frac{36}{25} = \frac{144}{100} = 1,44 \text{ м}$$

Ответ:  $v = 0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ c}$ ,  $l = 1,6 \text{ м}$ ,  $H = 1,44 \text{ м}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

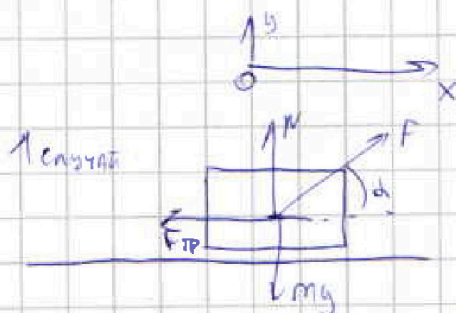
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



$t_1 = t_2 = t$   
 $v_0$   
1)  $d$   
 $F_1 = F_2 = F$   
 $\mu$



1) Запишем 2-е уравнение Ньютона на оси  $Ox$  и  $Oy$ .

$$Ox: ma_1 = F \cos \alpha - F_{тр}$$

$$Oy: N + F \sin \alpha = mg$$

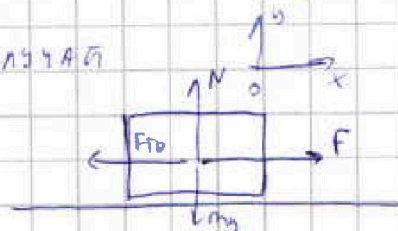
$$F_{тр} = \mu N, \text{ так как не сдвигаемся.}$$

$$2) ma_1 = F \cos \alpha - \mu N$$

$$N = mg - F \sin \alpha$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$$

3) 2 м/с и 4 м/с



3) Запишем 2-е уравнение Ньютона на оси  $Ox$  и  $Oy$ .

$$Ox: ma_2 = F - F_{тр}$$

$$Oy: N = mg$$

$$F_{тр} = \mu N, \text{ так как не сдвигаемся}$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

$$\text{так } t_1 = t_2 \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$F - \mu mg = F(\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$$

$$\cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$$

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

$$\mu > 0 \Rightarrow 1 - \cos \alpha > 0 \Rightarrow \cos \alpha < 1$$

3) после прекращения действия силы  $F$ ,  $ma = F_{тр} = \mu N$

$$N = mg \Rightarrow a = \mu g$$

$$v_0 - at = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g}$$

$$t = \frac{v_0}{\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

Ответ:  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$  )  $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7



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



~~$Q = C_{12} J \Delta T$~~   
 $T_1 = 400 \text{ K}$   
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

$Q_{12} = A_{12}^1 + \frac{3}{2} U_{12}$      $\int$  Закон Геймгольца и Майера  
 где  $A_{12}^1$  - работа газа  
 $U_{12}$  - изменение внутренней энергии

$U = \frac{3}{2} J R T$   
 $U_{12} = \frac{3}{2} J R (T_2 - T_1)$

2)  $Q_{12} = C_{12} J (T_2 - T_1)$

$C_{12} J (T_2 - T_1) = A_{12}^1 + \frac{3}{2} J R (T_2 - T_1)$

$T_2 = 4T_1$  - из графика

$C_{12} J (4T_1 - T_1) = A_{12}^1 + \frac{3}{2} J R (4T_1 - T_1)$

$A_{12}^1 = (2R - 1,5JR) 3T_1$

$A_{11}^1 = 0,5R) 3T_1 = 0,5 \cdot 8,31 \cdot 13 \cdot 400$

$A_{12}^1 = 8,31 \cdot 600 = 4986 \text{ Дж}$

~~$A_{12}^1 = \frac{3}{2} J R 3T_1 - C_{12} J 3T_1$~~

~~$A_{12}^1 = \frac{3}{2} J R - C_{12} J$~~

~~$C_{12} = 2R$  из графика~~

~~$A_{12}^1 = 3 \cdot 1 \cdot 400 (\frac{3}{2} R - 2R)$~~

~~$A_{12}^1 = -1000 \cdot 0,5R = -600R = -600 \cdot 8,31$~~

~~$A_{12}^1 = -6 \cdot 831 = -4986 \text{ Дж}$~~

3)  $Q_{23} = C_{23} J (T_3 - T_2) = A_{23}^1 + \frac{3}{2} J R (T_3 - T_2)$

$0,5R) (2^{1,5} T_1 - 4T_1) = A_{23}^1 + \frac{3}{2} J R (2^{1,5} T_1 - 4T_1)$

$A_{23}^1 = (2^{1,5} T_1 - 4T_1) (-\frac{3}{2} J R + 0,5J R) = (2^{1,5} T_1 - 4T_1) (-J R)$

$A_{21}^1 = J R (4T_1 - 2^{1,5} T_1) = J R T_1 (4 - 2^{1,5})$

4)  $Q_{31} = C_{31} J (T_1 - T_3) = A_{31}^1 + \frac{3}{2} J R (T_1 - T_3)$

$2,5R) (T_1 - 2^{1,5} T_1) = A_{31}^1 + \frac{3}{2} J R (T_1 - 2^{1,5} T_1)$

$A_{31}^1 = (T_1 - 2^{1,5} T_1) R$

~~$\eta = \frac{A_{12}^1 + A_{21}^1 + A_{31}^1}{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}$~~

$A_{12}^1 > 0$

$A_{23}^1 > 0$ , так как  $4 > 2^{1,5} = \sqrt[3]{8}$ ,  $\log_2 \sqrt[3]{8} < 3 < 4$

$A_{31}^1 < 0$ , но поскольку  $Q_{12} > 0 \Rightarrow Q_{21} = -Q_{12}$

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!



$$Z = \frac{A_{12}^1 + A_{23}^1 + A_{31}^1}{Q_{11}} = \frac{1,5JR\Gamma_1 + JR\Gamma_1(4 - 2^{1,5}) + JR\Gamma_1(1 - 2^{1,5})}{2JR3\Gamma_1}$$

$$Z = \frac{1,5 + 4 - 2^{1,5} + 1 - 2^{1,5}}{6}$$

$$Z = \frac{6,5 - 2^{3,5}}{6}$$

5)  $P_1 V_1 = JR\Gamma_1$   
 $P_2 V_2 = JR\Gamma_2$   
 $P_3 V_3 = JR\Gamma_3$

- уравнения Менделеева для КЛАпейрона

6)  $P_1 V_1 = JR\Gamma_1$   
 $P_1 V_2 = 4JR\Gamma_1$   
 $P_2 V_2 = 2^{1,5} JR\Gamma_2$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} \frac{V_2}{V_1} = 4 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 4 \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{1}{4} \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma}$$

$$P_2 V_2 = 4 P_1 V_1$$

7)  ~~$P_1 V_1 = JR\Gamma_1$~~   
 ~~$P_2 V_2 = JR\Gamma_2$~~   
 ~~$P_3 V_3 = JR\Gamma_3$~~

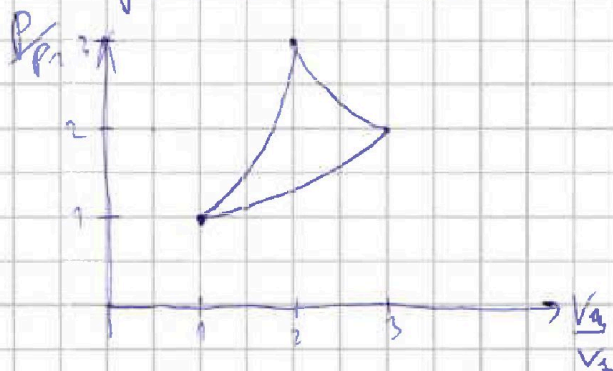
$$\Delta H = \frac{3}{2} JR \Delta T = \frac{3}{2} JR (\Gamma_2 - \Gamma_1)$$

$$P_1 V_1 = JR\Gamma_1$$

$$P_2 V_2 = JR\Gamma_2$$

$$\Delta H = \frac{3}{2} JR \left( \frac{P_2 V_2}{JR} - \frac{P_1 V_1}{JR} \right) = \frac{3}{2} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{3}{2} JR 3\Gamma_2$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = 3JR\Gamma_2$$



Ответ:  $A_{12} = 4586 \text{ Дж}$   
 $Z = \frac{6,5 - 2^{3,5}}{6}$



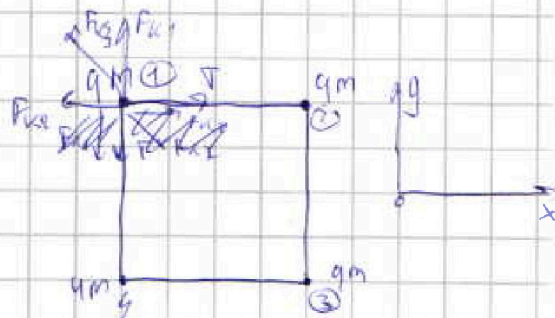
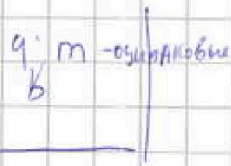
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Пурча QR-кода недопустима!

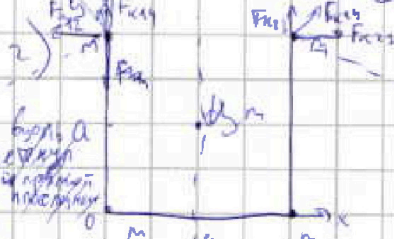


1) Рассмотрим шарик 1 и запишем условие равновесия тела. ОX:  $T = F_{k2} + F_{k3} \cos 45^\circ$   
 OY:  $T = F_{k1} + F_{k3} \sin 45^\circ$

$$F_{k2} = F_{k1} = \frac{kq^2}{b^2} \quad ; \quad F_{k3} = \frac{kq^2}{(\sqrt{2}b)^2}$$

$$r_{13} = \sqrt{b^2 + b^2} = \sqrt{2}b, \text{ т. Пифагора}$$

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



Найдем центр масс системы.

$$x_{cm} = \frac{mb + mb}{4m} = \frac{b}{2}$$

$$y_{cm} = \frac{mb + mb}{4m} = \frac{b}{2}$$

Система симметрична по отношению к первой координате и второй оси координат.

Вспомогательная замечание: заметим, что T, k на систему не действуют. Иными словами,  $x_{cm} = y_{cm} = const$ .

Нам не нужен момент, когда  $y_1 = y_2 = y_3 = y_4 = y_0$  и имеем  $y_0 = y_{cm}$ , везь иначе  $y_{cm}$  изменится.

3) Пусть  $x_4 = X$ , тогда  $x_1 = X - b$ ,  $x_2 = X + 2b$ ,  $x_3 = X + b$ .

$$x_{cm} = \frac{(X-b)m + Xm + (X+2b)m + (X+b)m}{4m}$$

$$x_{cm} = \frac{4Xm + 2bm}{4m} = X + \frac{b}{2} = \frac{b}{2} \Rightarrow X = 0$$

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

Когда шарик будет находится самой нижней прямой их высота будет равна 0.

Дважение 1 и 2 шариков относительно центра масс.  $F_{k12} = F_{k21}$ ,  $F_{k23} = F_{k32}$ ,  $F_{k14} = F_{k41}$  и т.д. изза симметрии к б.о. брать шарик 1 и 2.  $y_1 = y_2$  и т.д.  $y_3 = y_4$  и т.д.  $\Rightarrow$  шарик 1 и 2 находятся в одной прямой.



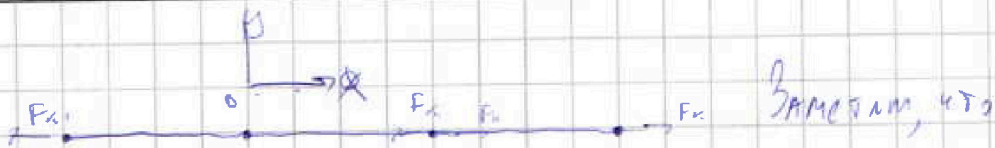
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



КЕТ:  $F_{k1}$ , т.к. все находится на одной горизонтальной прямой, а  
вдоль оси  $Ox$  не может быть скорости  $v_{k1}$  тогда  
будет или менять  $x$  или длину нити, второе невозможно  
т.к. нить нерастяжима, а первое из-за того что отключают  
внешние силы, которые могут его менять  $\Rightarrow v = 0$

Ответ:  $v = \frac{ku^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$

$$v = 0$$

$$d = b \frac{\sqrt{5}}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<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!

