



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.

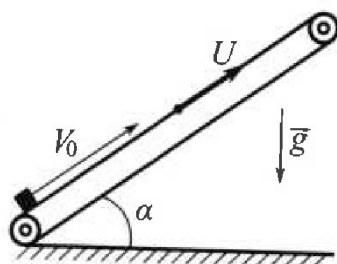
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

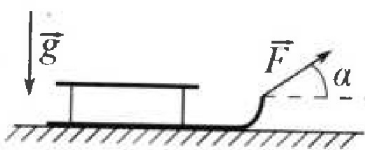
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.

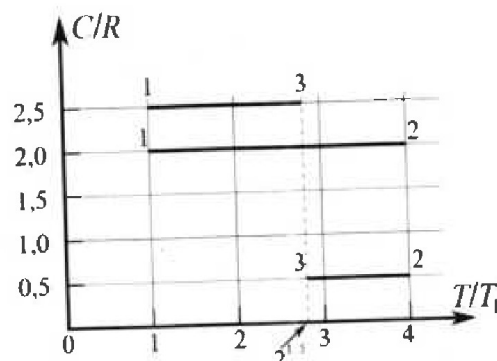


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

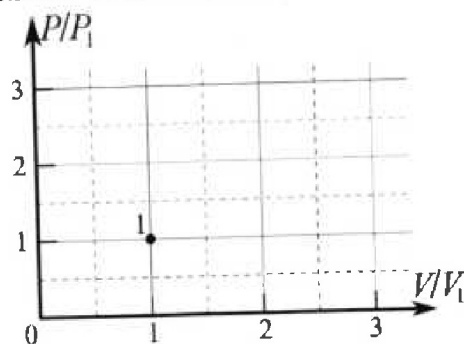
Вариант 10-01

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

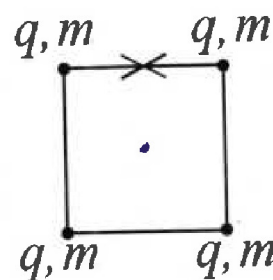
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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.

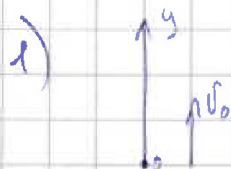
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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!

$$T=2c$$

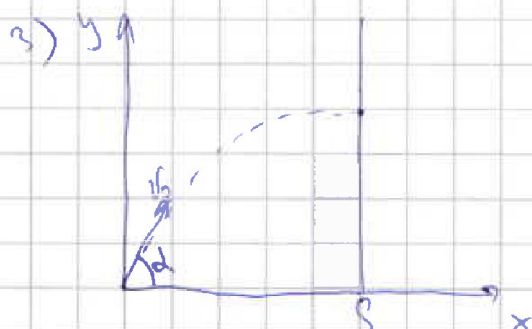


$$v_y = v_0 - gt - \text{уравнение движения}$$

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

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 стену $x=S$

$$v_0 t \cos \alpha = S$$

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

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

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

$$y'(t \sin \alpha) = 0, \text{ — максимум функции } y(t \sin \alpha)$$

$$y' = S - \frac{g S^2}{v_0^2} 2 t \sin \alpha = 0 \Rightarrow S = \frac{g S^2}{v_0^2} t \sin \alpha$$

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

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

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!

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

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

$$= 5 - 1,25 = 3,75 \text{ м}$$~~

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!

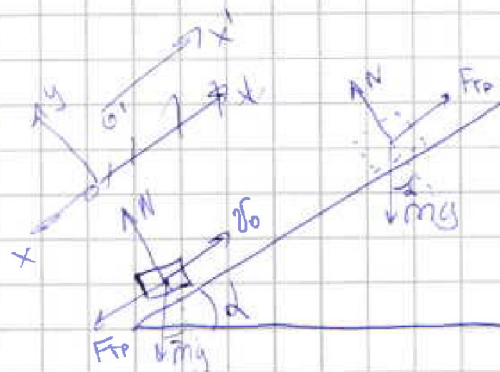


$$\sin d = 0.8$$

$$v_0 = 4 \frac{m}{c}$$

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

$$S = 1m$$



- 1) Запишем 2 закона Ньютона для случая
 Ох: $ma = mgsin d + F_{тр}$
 Оу: $mgcos d = N$
 $F_{тр} = \mu N$, так тело движется $\Rightarrow F_{тр}$ скользит

2) $ma = mgsin d + \mu mgcos d$
 $a = gsin d + \mu gcos d$
 $a = 10 \cdot 0.8 + \frac{1}{3} \cdot 10 \sqrt{1 - \frac{4^2}{5^2}}$
 $a = 8 + \frac{10}{3} \cdot \sqrt{\frac{25-16}{25}} = 8 + \frac{10}{3} \cdot \frac{3}{5} = 8 + 2 = 10 \frac{m}{c^2}$

Запишем уравнение движения вдоль оси Ох

$$v = v_0 - at$$

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

Найдем перемещение до разворота $v=0$

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

$$S_x = v_0 \frac{v_0}{a} - \frac{a \frac{v_0^2}{a^2}}{2} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0.8 < 1 \Rightarrow \text{нужно рассмотреть время сближения в миз}$$

Вели не превышает S=1m

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

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

$sin d$ и $\mu cos d$

$$0.8 \text{ и } \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \Rightarrow 0.8 > 0.2 \Rightarrow \text{тело поедет вниз}$$

$ma = mgsin d - \mu mgcos d$ II Закон Ньютона Ох

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

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

$$\begin{aligned} v &= at \\ s_x &= \frac{at^2}{2} \end{aligned} \quad \left| \quad s_x = \frac{16}{20} \Rightarrow s_x = s - s_x - \text{недостаёт!} \right.$$

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

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

$$v = t a_0 + t = \frac{v_0}{a_1} + \sqrt{\frac{2}{a}(s - s_x)} = \frac{4}{10} + \sqrt{\frac{1}{15}} = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ c}$$

4) $v_{02} = v_0 + u = 6 \frac{m}{c}$

Запишем ЗСЭ: $E_{\text{нл}} - E_{\text{ли}} + E_{\text{кн}} - E_{\text{кл}} = A_{\text{тр}}$

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

$$mgh - 0 + \frac{mv_*^2}{2} - \frac{mv_{02}^2}{2} = -F_{\text{тр}}L, \text{ где } v_* = 2 \frac{m}{c}$$

$$\sin d = \frac{h}{L} \Rightarrow h = L \sin d$$

$$mgL \sin d - \frac{mv_*^2}{2} - \frac{mv_{02}^2}{2} = -\mu mg \cos d L$$

$$L(g \sin d + \mu g \cos d) = \frac{v_{02}^2}{2} - \frac{v_*^2}{2}$$

$$L = \frac{v_{02}^2 - v_*^2}{2(g \sin d + \mu g \cos d)} = \frac{6^2 - 2^2}{2(10 \cdot \frac{8}{100} + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5})}$$

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

5) Для решения п.3 $v_* = 0 \frac{m}{c}$ $L = \frac{H}{\sin d}$

ЗСЭ: $mgh + 0 - \frac{mv_{02}^2}{2} = -F_{\text{тр}} \frac{H}{\sin d}$

$$H \left(mg + \frac{\mu mg \cos d}{\sin d} \right) = \frac{mv_{02}^2}{2} \Rightarrow H = \frac{mv_{02}^2}{2g + 2 \frac{\mu g \cos d}{\sin d}}$$

$$H = \frac{6^2}{2 \cdot 10 + 2 \cdot \frac{10 \cdot \frac{3}{5}}{\frac{8}{100}}} = \frac{6^2}{20 + 5} = \frac{36}{25} = \frac{144}{100} = 1,44 \text{ m}$$

Отв. $v = 0,4 + \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ c}$, $L = 1,6 \text{ m}$, $H = 1,44 \text{ m}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

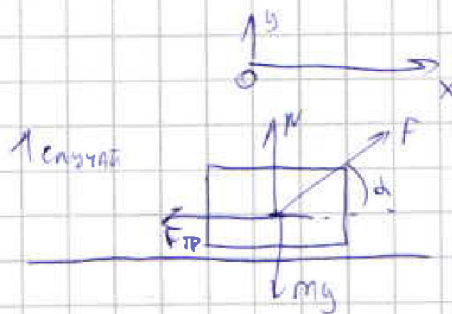
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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
 $F_1 = F_2 = F$
 μ



1) Запишем 2-й закон Ньютона на оси Ox и Oy .

$$Ox: ma = F \cos \alpha - F_{\text{тр}}$$

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

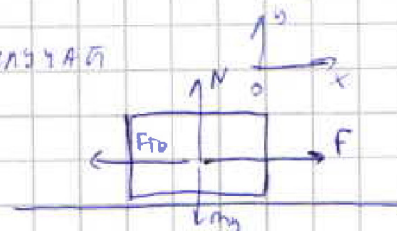
$$F_{\text{тр}} = \mu N, \text{ так как тело движется.}$$

$$2) \quad ma = F \cos \alpha - \mu N$$

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

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

3) 2 случая



Запишем 2-й закон Ньютона на оси Ox и Oy .

$$Ox: ma = F - F_{\text{тр}}$$

$$Oy: N = mg$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N, \text{ так как тело движется.}$$

$$ma = F - \mu mg$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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



~~Q = C \Delta T~~

$T_1 = 400 \text{ K}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

1) $Q_{12} = A_{12}^1 + \Delta U_{12}$ Σ Закон Геймса и Магнуса
 где A_{12}^1 - работа газа
 ΔU_{12} - изменение внутренней энергии

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

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

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

$T_2 = 4T_1$ - из графика

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

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

$A_{12}^1 = 0,5 R J 3T_1 = 0,5 \cdot 8,31 \cdot 13 \cdot 400$

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

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

$A_{12}^1 = \frac{3}{2} \nu R 3T_1 - (2R J - 1,5 \nu R) 3T_1$

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

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

$A_{12}^1 = -6 \cdot 8,31 = -4986 \text{ Дж}$

$A_{12}^1 = -4986 \text{ Дж}$

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

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

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

$A_{23}^1 = JR (4T_1 - 2^{1,5} T_1) = JR T_1 (4 - 2^{1,5})$

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

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

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

$\chi = \frac{A_{12}^1 A_{23}^1 A_{31}^1}{Q_{12} Q_{23} Q_{31}}$

$A_{12}^1 > 0$

$A_{23}^1 > 0$

$A_{31}^1 < 0$

так $4 > 2^{1,5} = \sqrt[3]{8}$, где $\sqrt[3]{8} < 3 < 4$

но только $Q_{12} > 0 \Rightarrow Q_{31} = Q_{12}$

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!



$$\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_H} = \frac{1,5RT_1 + RT_1(4 - 2^{1,5}) + RT_1(2 - 2^{1,5})}{2RT_1}$$

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

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

5) $p_1 V_1 = RT_1$
 $p_2 V_2 = RT_2$
 $p_3 V_3 = RT_3$

— уравнения Менделеева-Клапейрона

6) $p_1 V_1 = RT_1$
 $p_1 V_2 = 4RT_1$
 $p_3 V_3 = 2^{1,5} RT_1$

$$\Rightarrow \frac{p_2}{p_1} \frac{V_2}{V_1} = 4 \Rightarrow \frac{p_2}{p_1} = 4 \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{1}{4} \frac{V_2}{V_1} \right)^{\gamma}$$

$$p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$$

7) $p_1 V_1 = RT_1$
 $p_2 V_2 = RT_2$

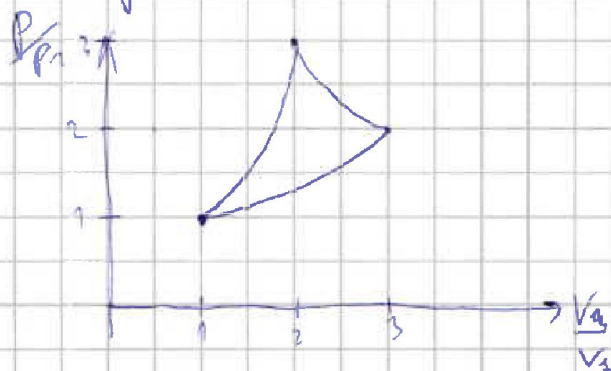
$$\Delta H = \frac{3}{2} RT_2 - \frac{3}{2} RT_1 = \frac{3}{2} R(T_2 - T_1)$$

$$p_1 V_1 = RT_1$$

$$p_2 V_2 = RT_2$$

$$\Delta H = \frac{3}{2} R \left(\frac{p_2 V_2}{R} - \frac{p_1 V_1}{R} \right) = \frac{3}{2} (p_2 V_2 - p_1 V_1) = \frac{3}{2} RT_2$$

$$p_2 V_2 - p_1 V_1 = 3RT_1$$



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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

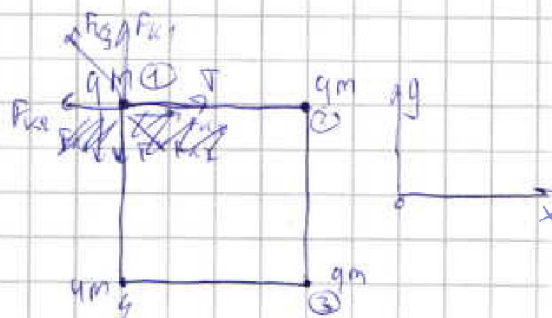
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

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



q, m — одинаковы

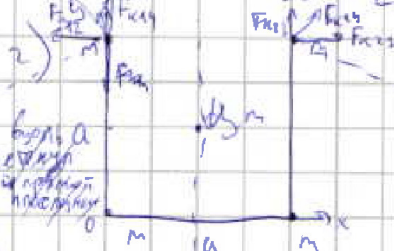


1) Рассмотрим шарик 1 и запишем условие равновесия тела: $\text{OX: } T = F_{k2} + F_{k3} \cos 45^\circ$
 $\text{OY: } T = F_{k1} + F_{k3} \cos 45^\circ$

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

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

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



Найдем центр масс системы.

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

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

Система симметрична
и поэтому центр масс
будет находиться
горизонтально
и вертикально
всего 0,5

Вспомогательная Запомним, что Т.м. на систему

не действуют Гравитационные силы, то $x_{\text{cm}} = y_{\text{cm}} = \text{const}$

Нам не нужен момент, когда $y_1 = y_2 = y_3 = y_{\text{cm}} = y_0$ и наоборот
 Тогда $y_0 = y_{\text{cm}}$, всего иначе y_{cm} изменится

3) Пусть $x_4 = X$, тогда

$$x_1 = X - b$$

$$x_2 = X + 2b$$

$$x_3 = X + b$$

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

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

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

Когда шарики будут находиться на одной прямой их расстояние будет равно 0.

Взадействие 1 и 2
 взаимно
 $F_{k12} = F_{k21}$
 $F_{k13} = F_{k31}$
 $F_{k23} = F_{k32}$
 из закона
 Ньютона
 и 6-го
 закона
 Ньютона
 $\Rightarrow y_1 = y_2$
 и наоборот
 $y_2 = y_1$
 и наоборот
 и т.д.

и наоборот
 и т.д.
 и т.д.
 и т.д.

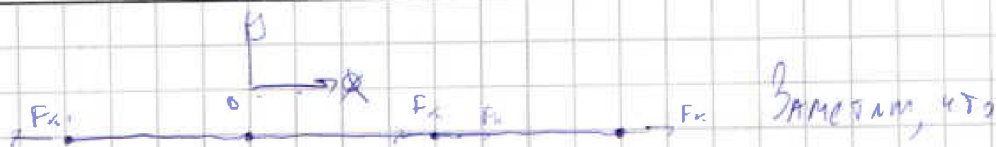
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



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

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

$v = 0$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **МФТИ**

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

