



Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 10-01

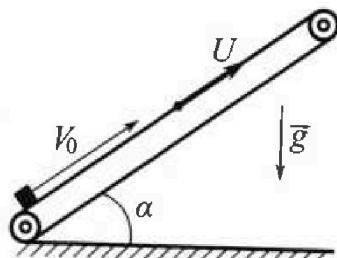
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
- 1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - 2) Теннисист посыпает 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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 $V_0 = 4 \text{ м/с}$. 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 $S = 1 \text{ м}$?

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

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

- 3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

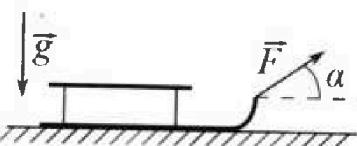
3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости V_0 за одинаковое время.

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.

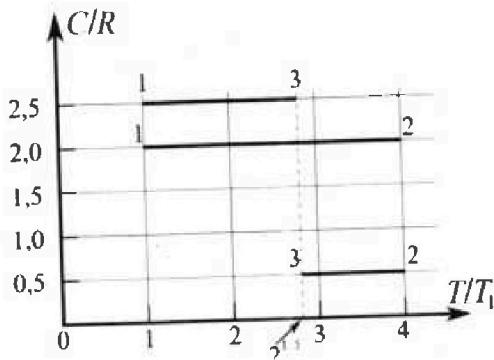


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-01

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

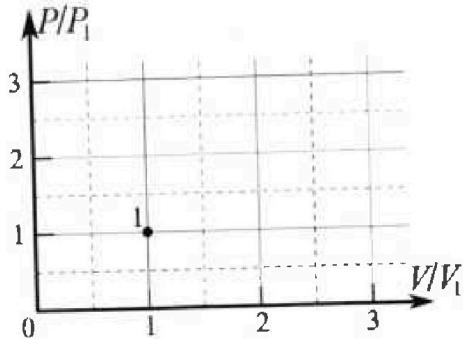
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессы: 1-2, 2-3, 3-1 (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 шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

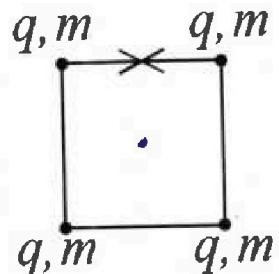
1) Найдите силу T натяжения нитей.

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 вверху (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:

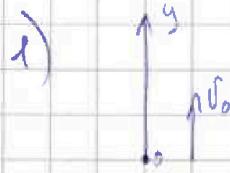


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

МФТИ

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

$$T=2\text{c}$$

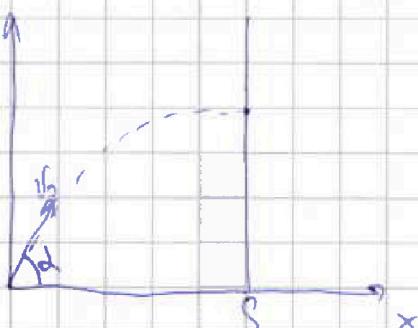


$$V_y = V_0 - gt \quad \text{уравнение движения}$$
$$y = V_0 t - \frac{gt^2}{2}$$

$$2) \text{ при } T=2 \quad V_y=0$$

$$V_0 = gt = 10 \cdot 2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$3) y_A$$



Заданы уравнения
движения

$$V_x = V_0 \cos \alpha_0$$
$$V_y = V_0 \sin \alpha_0 - gt$$
$$x = V_0 t \cos \alpha_0$$
$$y = V_0 t \sin \alpha_0 - \frac{gt^2}{2}$$

$$4) \text{ При попадании в стену } x=S$$

$$V_0 \cos \alpha_0 = S$$

При попадании $V_y=0$, т.е. при попадании
вершина траектории (носа яхты), имеет максимум

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha_0}$$

$$y = S t \sin \alpha_0 - \frac{g S^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha_0} = S t \sin \alpha_0 - \frac{g S^2}{2 V_0^2} (1 - t \tan^2 \alpha_0)$$

$$y = S t \sin \alpha_0 - \frac{g S^2}{2 V_0^2} + \frac{g S^2}{2 V_0^2} t \tan^2 \alpha_0$$

$$y'(t \tan^2 \alpha_0) = 0, \quad \text{— максимум функции } y(t \tan^2 \alpha_0)$$

$$y' = S - \frac{g S^2}{2 V_0^2} 2 t \tan^2 \alpha_0 = 0 \Rightarrow S = \frac{g S^2}{2 V_0^2} t \tan^2 \alpha_0$$

$$t \tan^2 \alpha_0 = \frac{g S^2}{2 V_0^2} \frac{V_0^2}{g S}$$

$$y_{\max} = \frac{g S^2}{2 V_0^2} - \frac{g S^2}{2 V_0^2} \cancel{\frac{g S^2}{2 V_0^2}} \cancel{\frac{g^2 S^2}{2 V_0^2}} \cdot \frac{g^2 S^2}{2 V_0^2} = \frac{g S^2}{2 V_0^2} - \frac{g^3 S^4}{2 V_0^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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: $v_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

$y_{\max} = 3,75 \text{ м}$

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

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

$$y_{\max} = \frac{400}{10} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 100} - \frac{20}{2} = 40 - 5 - 10 = 25 \text{ м}$$

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:

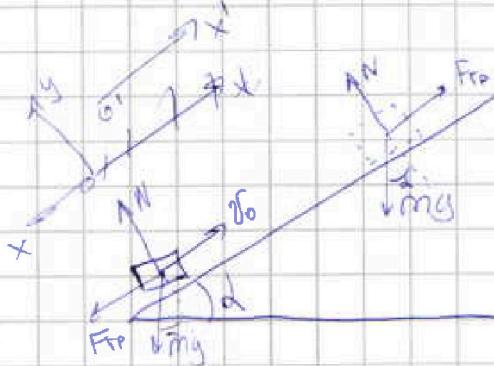


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

$$\begin{aligned} S \sin \alpha &= 0,8 \\ v_0 &= 4 \text{ м/с} \\ \mu &= \frac{1}{3} \\ S &= 1 \text{ м} \end{aligned}$$



1) Запишем 2 закон Ньютона для 1 оси:

$$Ox \quad ma = mgs \sin \alpha + F_f$$

$$Oy \quad mg \cos \alpha = N$$

$F_f = \mu N$, т.к. тело движется $\Rightarrow F_f$ скользящий

2) $ma = mgs \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha$

$$a = g s \sin \alpha + \mu g \cos \alpha$$

$$a = 10 \cdot 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 10 \sqrt{1 - \frac{4}{9}}$$

$$a = 8 + \frac{10}{3} \cdot \sqrt{\frac{25-16}{25}} = 8 + \frac{10}{3} \cdot \frac{3}{5} = 8 + 2 = 10 \frac{m}{s^2}$$

Запишем уравнение движения вдоль оси Ox:

$$v = v_0 - at$$

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

Найдем время падения до падения $v=0$

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

$$S = v_0 \frac{v_0}{a} - \frac{a v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} < 1 \Rightarrow \text{не}$$

т.к. не превышает $S=1 \text{ м}$ рассмотрим
захватывающее
воздух

воздуха

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

$mgs \sin \alpha$ vs $\mu mg \cos \alpha$, сравним F_f и $mgs \sin \alpha$

$s \sin \alpha$ vs $\mu \cos \alpha$

$$0,8 \times \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{5} \Rightarrow 0,8 > 0,2 \Rightarrow \text{т.к. } \mu < 1$$

$$ma = mgs \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha \quad \text{II Закон Ньютона}$$

$$a = g s \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 10 \cdot \frac{8}{10} - \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5} = 8 - 2 = 6 \frac{m}{s^2}$$

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 по оси

$$S = at + \frac{a t^2}{2} \quad | \quad S_x = \frac{16}{20} m \Rightarrow S_x = S - S_x - \text{недостаток}$$

ноги

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

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

$$V = t_{\text{ног}} + t = \frac{7}{10} + \sqrt{\frac{2}{6}(S - S_x)} = \frac{4}{10} + \sqrt{\frac{1}{15}} = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

4) $V_{02} = V_0 + u = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

Запишем ЗСД: $E_{\text{kin}} - E_{\text{кин}} + E_{\text{кд}} - E_{\text{кин}} = A_{\text{ФД}}$

$A_{\text{н}} = 0,5 h$ длина наклонной плоскости движущегося

$$mgh - 0 + \frac{mv_*^2}{2} - \frac{mv_{02}^2}{2} = -F_{\text{ре}} \Delta, 2geV_* = ? \frac{m}{c}$$

$$sm \Delta = \frac{h}{6} \Rightarrow h = 6sm \Delta$$

$$mgh - \frac{mv_*^2}{2} - \frac{mv_{02}^2}{2} = -\mu mg \cos \Delta \Delta$$

$$\Delta(gsm \Delta + \mu g \cos \Delta) = \frac{v_{02}^2}{2} - \frac{v_*^2}{2}$$

$$\Delta = \frac{v_{02}^2 - v_*^2}{2(gsm \Delta + \mu g \cos \Delta)} = \frac{6^2 - 2^2}{2(10 \cdot \frac{6}{30} + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot \frac{3}{5})}$$

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

5) $\text{Q} \text{ ли решения } n \exists \quad V_* = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad \Delta = \frac{H}{sm \Delta}$

ЗСД: $mgh + 0 - \frac{mv_{02}^2}{2} = -F_{\text{ре}} \frac{H}{sm \Delta}$

$$H \left(mg + \frac{\mu mg \cos \Delta}{sm \Delta} \right) = \frac{mv_{02}^2}{2} \Rightarrow H = \frac{m v_{02}^2}{2g + 2 \frac{\mu g \cos \Delta}{sm \Delta}}$$

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

Очевидно: $V = 0,4 + \frac{1}{15} \text{ с}, \Delta = 1,6 \text{ м}, H = 1,44 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$t_1 = t_2 = A$$

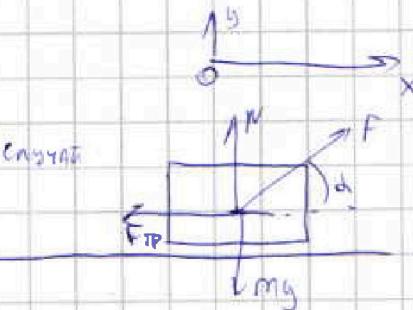
90°

1) d

$$F_1 = F_2 = F$$

M

1 спосб



1) Запишем 1) закон Ньютона
на оси ОХ и ОY

$$m_{ax} = F_{ax} - \mu m g$$

$$N + F_{ay} = m g$$

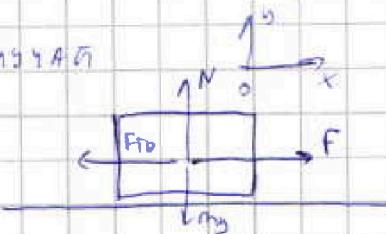
$$F_{Fr} = \mu N, \text{ т.к. } \mu \text{ неизвестно.}$$

$$2) m_{ay} = F_{ay} - \mu m g$$

$$N = m g - F_{ay}$$

$$m_{ay} = F_{ay} - \mu m g + \mu F_{ay} = F (cos \theta + \mu sin \theta) - \mu m g$$

3) 2 спосб



Запишем 2) закон Ньютона
на оси ОХ и ОY

$$m_{ax} = F - F_{Fr}$$

$$OY: N = m g$$

$$F_{Fr} = \mu N, \text{ т.к. } \mu \text{ неизвестно.}$$

$$m_{ax} = F - \mu m g$$

$$m_{ax} = F - F_{Fr} \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$F - \mu m g = F (cos \theta + \mu sin \theta) - \mu m g$$

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

$$\mu = \frac{1 - cos \theta}{sin \theta}, \quad \mu > 0 \Rightarrow 1 - cos \theta > 0 \Rightarrow cos \theta < 1$$

3) После предположения существования силы F, $m a = F_{Fr} = \mu N$

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

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

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$Q = C_v \Delta T$$

$$T_1 = 900 \text{ K}$$

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

$$1) Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$$

Изменение ГЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ
ЭНЕРГИИ - РАБОТА ГАЗА
 ΔU_{12} - изменение ВНУТРЕННЕЙ ЭНЕРГИИ

$$U = \frac{3}{2} JR \Gamma$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} JR (T_2 - T_1)$$

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

$$C_{12} (T_2 - T_1) = A_{12} + \frac{3}{2} JR (T_2 - T_1)$$

$$T_2 = 9T_1 - n \text{ градусов}$$

$$C_{12} (4T_1 - T_1) = A_{12} + \frac{3}{2} JR (4T_1 - T_1)$$

$$A_{12}^1 = (2RJ - 15R)3T_1$$

$$A_{11}^1 = 0,5R \cdot 3T_1 = 0,5 \cdot 8,31 \cdot 13400$$

$$A_{12}^1 = 8,31 \cdot 600 = 831 \cdot 6 = 4986 \text{ Дж}$$

$$A_{12}^1 = \frac{3}{2} JR \cdot 3T_1 - C_{12} \cdot 3T_1$$

$$A_{12}^1 = 338 \cdot 3T_1 / \left(\frac{3}{2} R - (12) \right)$$

$$A_{12}^1, C_{12} = 2R \text{ независимо}$$

$$A_{12}^1 = 3 \cdot 1 \cdot 100 / \left(\frac{3}{2} R - 2R \right)$$

$$A_{12}^1 = 100 \cdot 0,5R = -600R = -600 \cdot 8,31$$

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

$$3) Q_{23} = C_{23} (T_3 - T_2) = A_{23} + \frac{3}{2} JR (T_3 - T_2)$$

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

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

$$A_{22}^1 = JR (4T_1 - 2^{1,5}T_1) = JR T_1 (4 - 2^{1,5})$$

$$4) Q_{31} = C_{31} (T_1 - T_3) = A_{31} + \frac{3}{2} JR (T_1 - T_3)$$

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

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

$$X = \frac{A_{12}^1 + A_{23}^1 + A_{31}^1}{A_{12}^1 + A_{23}^1 + A_{31}^1}$$

$$A_{12}^1 > 0 \\ A_{23}^1 > 0, \text{ т.к. } 4 > 2^{1,5} = \sqrt[2]{8}, \text{ т.к. } \sqrt[2]{8} < 3 < 4 \\ A_{31}^1 < 0, \text{ но т.к. } Q_{12} > 0 \Rightarrow Q_{31} = A_{31}^1$$

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!

$$2 = \frac{A_{n1} + A_{n2} + A_{n3}}{Q_n} = \frac{1,5JR\Gamma_1 + JR\Gamma_1(4 - 2^{\frac{1,5}{2}}) + JR\Gamma_1(2^{\frac{1,5}{2}})}{2JR\Gamma_1}$$

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

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

5) $P_1V_1 = JR\Gamma_1$

$P_2V_2 = JR\Gamma_2$

$P_3V_3 = JR\Gamma_3$

- уравнение Менделеева Клапейрона

6) $P_1V_1 = JR\Gamma_1$

$P_2V_2 = 4JR\Gamma_1$

$P_3V_3 = 2^{\frac{1,5}{2}}JR\Gamma_1$

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

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{1}{4} \frac{V_1}{V_2}\right)^{-1} \quad P_2V_2 = 4P_1V_1$$

7)



$$\Delta U = \frac{3}{2} JR\Delta\Gamma = \frac{3}{2} JR(\Gamma_2 - \Gamma_1)$$

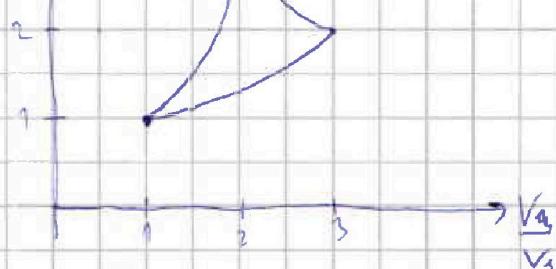
$$P_1V_1 = JR\Gamma_1$$

$$P_2V_2 = JR\Gamma_2$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} JR \left(\frac{P_2V_2}{JR} - \frac{P_1V_1}{JR} \right) = \frac{3}{2} (P_2V_2 - P_1V_1) = \frac{3}{2} JR \Delta\Gamma_1$$

$$P_2V_2 - P_1V_1 = 3JR\Gamma_1$$

$$\frac{P_2}{P_1} = 4$$



Ответ: $A_{12} = 4986 \text{ Дж}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

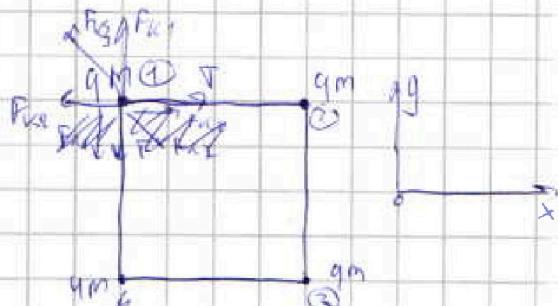
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



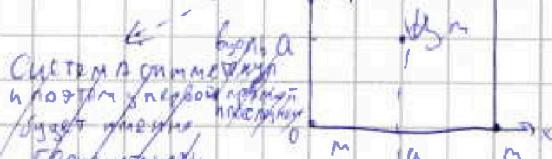
1) Рассмотрим шарнир 1 и запишем условие равновесия тела: $O\ddot{x}$: $T = F_{kz} + F_{kx} \cos 45^\circ$ Затем
 Oy : $T = F_{kz} + F_{kx} \sin 45^\circ$

$$F_{kz} = F_{kx} = \frac{kq^2}{b^2} \quad ; \quad F_{kx} = \frac{kq^2}{(b^2)^2}$$

$$S_{kz} = \sqrt{b^2 + b^2} = \sqrt{2}b, \text{ т. Пирог}$$

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

2) m F_{kz} F_{kx} F_{kx} F_{kz} \rightarrow Найдем центр масс системы.



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

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

Рассмотрим катка Заметим, что T и mg находятся
не действуют на него, так как X_{cm} и y_{cm} = const.

Как чебодаком момент, когда $y_1 = y_2 = y_3 = y_4 = y_0 = y$ и система
осталась в таком же положении

3) Рассмотрим $X_4 = X$, тогда $X_1 = X - b$
 $X_2 = X + 2b$
 $X_3 = X + b$

$F_{kx} = F_{kz}$
 $F_{kx} = F_{kz}$
 $F_{kx} = F_{kz}$
 $\Rightarrow y_1 = y_2$
 $\Rightarrow y_3 = y_4$

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

приравняем
 $y_1 = y_2$
 $X_{cm} = \frac{4Xm + 2bm}{4m} = X + \frac{b}{2} = \frac{b}{2} \Rightarrow X = 0$

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

Когда каток будет находиться на концах прямой высоты

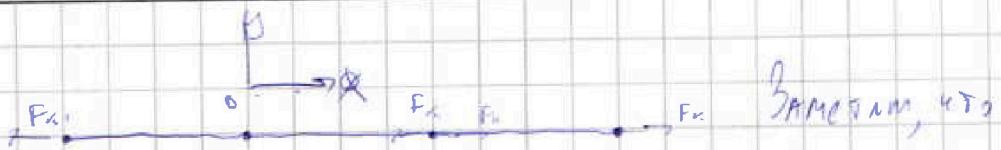
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Чтет $F_R = 0$, т.к. все находится на одной гор. прямой, а
вдоль оси Ox не может быть скорости, т.к. тогда
будет или меняться ход или длина. Или) второе невозможно
т.к. никто нерастяжим, а первое из-за того что отсылают
блеск силы, которые могут это менять $\Rightarrow v=0$.

Ответ: $T = \frac{kg^2}{b^2} \left(1 + \frac{\sqrt{5}}{4}\right)$

$v=0$

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

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"/> |

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

МФТИ