



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.

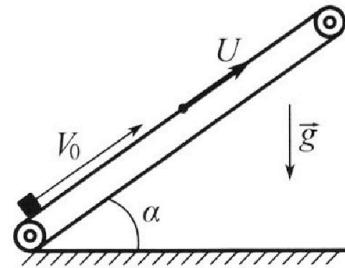
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 $g = 10 \text{ м/с}^2$. 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 покояющуюся 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 $S = 1$ м?

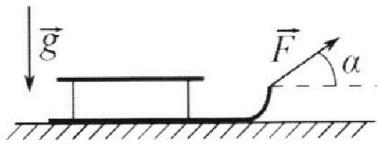
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

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.



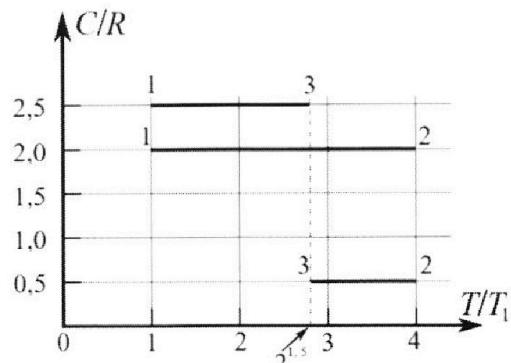
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

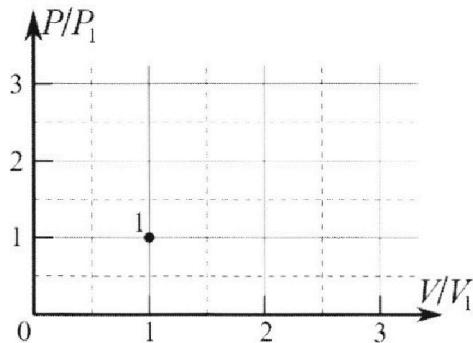


Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

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 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).

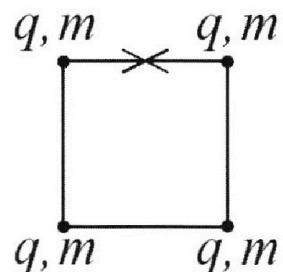


- 1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 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:



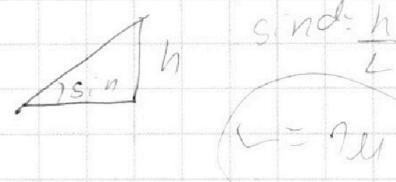
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4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

МФТИ

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

N²

$$2) \frac{mv^2}{r} = mg h$$



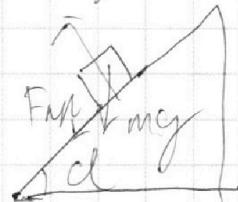
$$h = \frac{v_0^2}{g} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м}$$

$$v = 0,2c \quad l =$$

$$v_0 = aT_1$$

$$T_1 = \frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$l = v_0 T_1 - \frac{aT_1^2}{2} = 4 \cdot 0,4 - \frac{10 \cdot 0,16}{2}$$



$$a = \text{const}$$

$$= 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

$$S = v_0 T + a \frac{T^2}{2}$$

$$0 = v_0 + aT$$

$$aT^2 + v_0 T - 2S = 0$$

$$T = -\frac{v_0}{a} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$D_1 = v_0^2 + 2Sa + 0$$

$$S_1 = 4 \cdot 0,4 + \frac{10 \cdot 0,16}{2} = 0,8 \text{ м}$$

$$S_2 = 0,2 \text{ м}$$

$$S_2 = a \frac{T_2^2}{2}$$

$$T_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a}} = \sqrt{\frac{0,4}{10}} = \sqrt{0,04} = 0,2 \text{ с}$$

$$l = l_1 + l_2 = 0,6 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

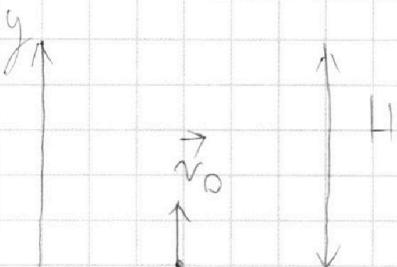
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" 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!

I.



Мы знаем, что при вертикальном броске время падения вдвое больше времени полета вниз,

значит:

$$x_0 = v_0 T + T g = 2T$$

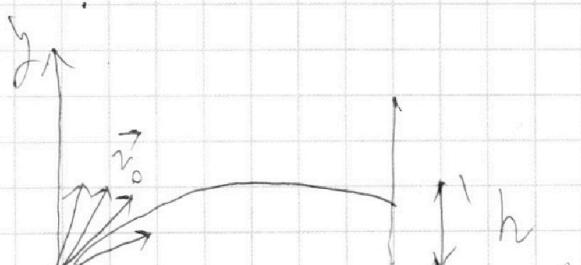
Запишем уравнение для:

$$0 = v_0 \cdot 2T - \frac{g(2T)^2}{2}$$

$$2gT = 2v_0$$

$$v_0 = gT = 20 \text{ м/с}$$

II.



Запишем уравнения для

в проекции на оси:

$$x: S = v_0 \cos \theta t$$

$$y: h = v_0 \sin \theta t - \frac{gt^2}{2}$$

$$t = \frac{S}{v_0 \cos \theta}$$

$$h = S \tan \theta - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \theta}$$

на максимум высоты

~~для~~ $\theta = 45^\circ$ максимум высоты

$$h = \frac{1}{2} S = 10 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

Будем считать, что скользящий контакт
в C.O. транспортера или багажа покатый.
Запишем уравнение движения коробки до момента остановки в C.O. транспортера:

$$L_k = v_0 t_0 - \frac{a t_0^2}{2} = \mu S_{max} = 0,8 \text{ м}$$

Но за время остановки t_0 транспортер покинул коробку еще раз:

$$L_m = \mu t_0 = 0,8 \text{ м}$$

$$L = L_k + L_m = 1,6 \text{ м}$$

III. В C.O. земли коробка останется при скорости равной нулю, направленной против.

Значит она разъядется от точки L до момента остановки в C.O. земли.

$$\mu = a t_3$$

$$t_3 = \frac{\mu}{a} = 0,2 \text{ с} \Rightarrow S_3 = \frac{a t_3^2}{2} = 0,2 \text{ м}$$

$$L_{общ} = L + L_3 - S_3 = 1,6 \text{ м}$$

которое и есть протяженность коробки

$$H = L \sin \alpha = 1,44 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

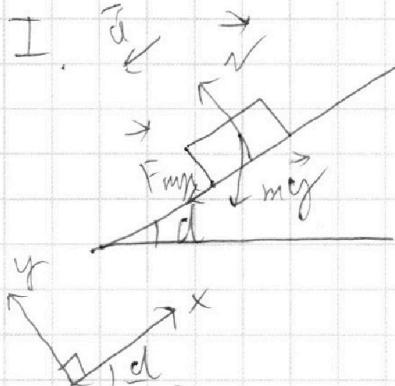
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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!



Запишем второй
закон Ньютона по оси:

$$x: \sin d mg + F_{\text{тр}} = ma$$

$$y: N = mg \cos d$$

$$\Rightarrow a = g(\sin d + \mu \cos d) = \\ = g(s \cdot \cos d + \mu \sqrt{1 - s^2 \cos^2 d}) = 10 \cdot 1 \cdot 2$$

Найдем на какую максимальную высоту
поднимется коробка. Для этого найдем
время остановки и поставим в уравнение
движения:

$$0 = v_0 - a t_0$$

$$t_0 = \frac{v_0}{a} = 0,4 \text{ с}$$

$$\left| \begin{array}{l} S_{\max} = v_0 t_0 - \frac{a t_0^2}{2} = \\ = 0,8 \text{ м} \end{array} \right.$$

$S_{\max} < S \Rightarrow$ между первым прыжком $S - S_{\max}$ будет

$$S - S_{\max} = a t_B^2 \Rightarrow t_B = \sqrt{\frac{S - S_{\max}}{a}} = 0,04 \text{ с}$$

$$T = t_B + t_0 = 0,4 + 0,04 = 0,44 \text{ сек}$$

II. При движении с постоянной
скоростью, а значит ускорение a не

изменяется. Куда с.о. земли коробка \Rightarrow



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> |

МФТИ

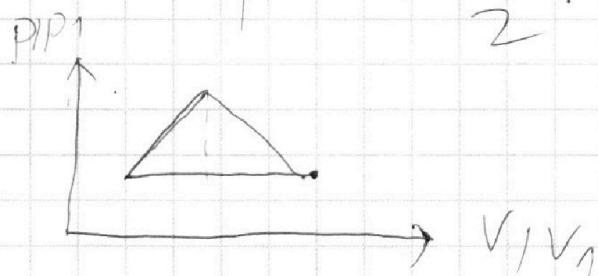
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\begin{cases} \Delta p \cdot \Delta V = NRT_1(2 - \sqrt{2}) \\ p_1 V = NRT_1 \end{cases}$$

$$\frac{\Delta p \Delta V}{p_1 V_1} = 2 - \sqrt{2}$$

$$\Delta p \Delta V = 2p_1 V_1 - \sqrt{2} p_1 V_1$$

$$\Delta p = \frac{2 - \sqrt{2}}{2} \cdot p_1 V_1 = 10V$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

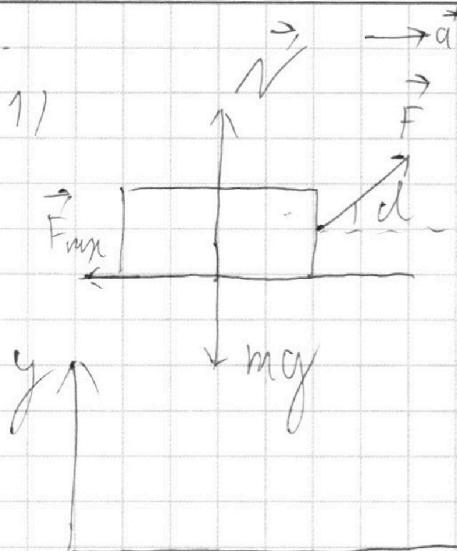
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

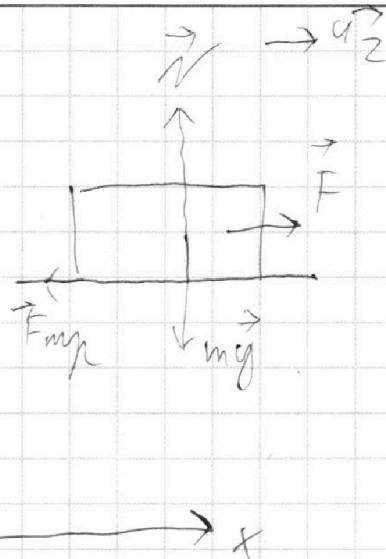
МФТИ

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

I.



2)



Запишем второй закон Ньютона для обеих ситуаций:

$$\textcircled{1}: x: F \cos \alpha - F_{\text{fr}} = m a_1$$

$$y: N - mg + F \sin \alpha = 0 \Rightarrow N = mg - F \sin \alpha$$

$$F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = m a_1$$

$$\textcircled{2}: x: F - F_{\text{fr}} = m a_2$$

$$y: N - mg = \textcircled{1} \rightarrow N = mg$$

$$F - \mu mg = m a_2$$

Мы видим что:

$$N_0 = a_1 N_1 = a_2 N_1 \Rightarrow a_1 = a_2 \Rightarrow m a_1 = m a_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha = F - \mu mg \Rightarrow$$



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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

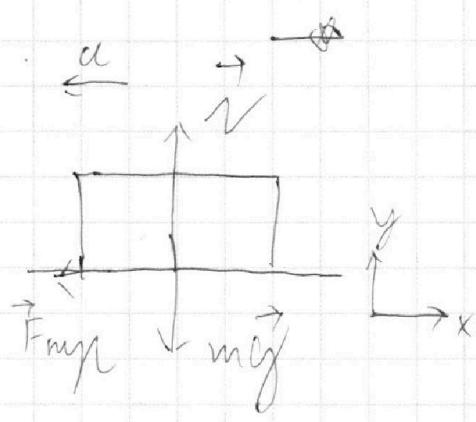
МФТИ.

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

$$\mu F_{\text{сind}} = F - F_{\text{cosd}}$$

$$\mu = \frac{F - F_{\text{cosd}}}{F_{\text{сind}}} = \frac{1 - \cos d}{\sin d}$$

II.



Запишем второй закон
Ньютона:

$$x: F_{\text{нр}} = ma$$

$$y: N = mg$$

$$\mu mg = ma$$

$$a = \mu g$$

$$0 = v_0 - a t$$

$$t = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin d}{g(1 - \cos d)}$$

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 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!

I. Запишем выражение термозадачи:

$$\Delta U = Q - A$$

$$\Delta U_{12} = Q_{12} - A_{12}$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = C_{12} V D T_{12} - \frac{3}{2} V R D T_{12} =$$

$$= 2 R V D T_{12} - \frac{3}{2} V R D T_{12} = V R (V T_1 - T_1) (2 - \frac{3}{2}) =$$

$$= \frac{3}{2} V R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \text{ Код} = 4886 \text{ Дж}$$

II $\eta = \frac{A}{Q_n}$, Тогда выражение с Q -шками:

$$Q_{12} = C_{12} V D T_{12} = 2 R \cdot V \cdot 3 T_1 = 6 V R T_1$$

$$Q_{23} = C_{23} V D T_{23} = R V T_1 (2\sqrt{2} - 4) = -V R T_1 (2 - \sqrt{2})$$

$$Q_{31} = C_{31} V D T_{31} = \frac{2}{2} V D T_1 (1 - 2\sqrt{2}) = -2 V R T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$\downarrow \\ Q_n = Q_{12}$$

$$\eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{6 V R T_1 (6 - 2 + \sqrt{2} + 2\sqrt{2} - 5\sqrt{2})}{6 V R T_1} =$$

$$= \frac{6 + 4\sqrt{2}}{6} \approx 0,75 = 15\%$$

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 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!

III Уайдем все работы:

$$A_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{R T_1}$$

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = \frac{R}{2} \sqrt{\Delta T_{23}} - \frac{3}{2} R V \Delta T_{23} =$$

$$= \sqrt{R \Delta T_{23}} \left(\frac{1}{2} - \frac{3}{2} \right) = -\sqrt{R} (U_1 - 2\sqrt{2}U_1) =$$

$$= -2\sqrt{R} (2 - \sqrt{2})$$

$$A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = 2,5 R V \Delta T_{31} - \frac{3}{2} R V \Delta T_{31} =$$

$$= R \sqrt{(T_1 - 2\sqrt{2}T_1)(2,5 - 1,5)} = R \sqrt{T_1(1 - 2\sqrt{2})}$$

Замечание:

$$A_{12} \approx \frac{3}{4} A_{23} \approx \frac{5}{6} A_{31}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

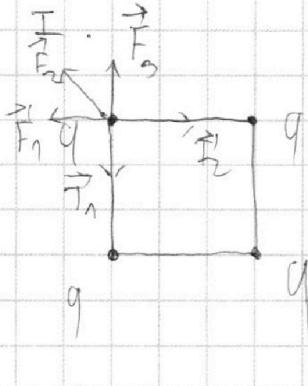
5

6

7

МФТИ

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



Запишем баланс сил зажим

Нормы:

$$x: T_2 - F_1 - F_2 \cos d = 0$$

запомни, что сила F_2

действует по диагонали

диаграмма, а зумчит $d=45^\circ$

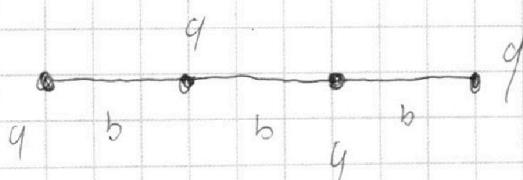
$$T_2 = F_1 + F_2 \cos d = \frac{kg^2}{b^2} + \frac{kg^2}{2b^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{kg^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

$$y: T_1 - F_3 - F_2 \cos d = 0$$

$$T_1 = F_3 + F_2 \cos d, \text{ запомни, что } F_3 = F_1 \Rightarrow$$

$$= T_1 = T_2 = \frac{kg^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right)$$

II.



Запишем Закон сохр.

энергии в две промежуточные:

$$\frac{kg^2}{b} + \frac{kg^2}{b} + \frac{kg^2}{b\sqrt{2}} = \frac{mv^2}{2} + \frac{kg^2}{b} + \frac{kg^2}{2b} + \frac{kg^2}{3b}$$

$$\frac{mv^2}{2} = \frac{kg^2}{b} + \frac{kg^2}{b\sqrt{2}} - \frac{kg^2}{2b} - \frac{kg^2}{3b} \Rightarrow v = q\sqrt{\frac{k}{mb}} \left(\frac{1+3\sqrt{2}}{3}\right)$$



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!

III Възденен левко пару марихов

Т.к. между марки находятся киты, а марки
стремятся разделяться, то расстояние между
марками равно b ($b = \text{const}$). Тезуръ марки
левко и верхняя марка нашей пары
направлена вверх и ~~вправо~~ влево. Вверх
он движется не может а зданието подъ-
глежда по дуге окружности радиуса b с
центром в чит. марке нашей пары.

$$d = \frac{2\pi b}{4} = \frac{\pi b}{2}$$
 (диаметр окружности πd)

где d на 4 м.к марок пройдет 1/4 окруж.

~~но~~ ~~но~~ по зданието състои ся на дугу
марки с китами, измарки

Общем: $\frac{\pi b}{2}$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

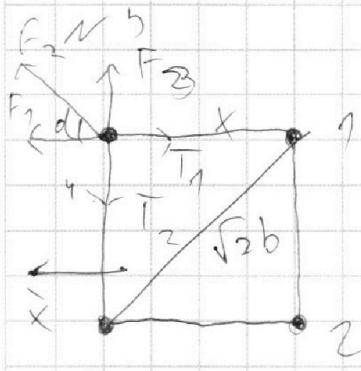
решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

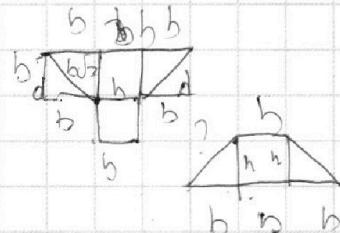
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



$$F_1 = F_3 = \frac{kq^2}{r^2}$$

$$F_{13} = \sqrt{\left(\frac{kq^2}{b}\right)^2 + \left(\frac{ky^2}{b^2}\right)^2} = \frac{k\sqrt{2}q^2}{b^2}$$

$$F_2 = \frac{kq^2}{r^2 b}$$



$$x: F_1 + \cos d F_2 = T_1$$

$$\cos d = \frac{g}{\sqrt{b^2 + \frac{kg^2}{b^2}}} = \frac{g}{\sqrt{b^2 + \frac{kg^2}{2\sqrt{2}b^2}}} = \frac{g}{\sqrt{b^2 + \frac{kg^2}{2\sqrt{2}b^2}}}$$

$$y: F_3 + F_2 \cos d = \frac{F_2}{2}$$

h n b

$$\textcircled{u} \quad \frac{kq^2}{b} + \cancel{\frac{kq^2}{b}} + \frac{kq^2}{b\sqrt{2}} = \frac{mr^2}{2} + \cancel{\frac{kq^2}{b}} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b}$$

$$\frac{F_2 k q^2}{b \sqrt{2}} = \frac{m v^2}{2} + \frac{b k q^2}{\pi^2} \quad \frac{m v^2}{2} = G \frac{\sqrt{2} k q^2 - b k q^2}{b}$$

$$r = \sqrt{\frac{kq^2}{m}} = q\sqrt{\frac{k}{m}}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

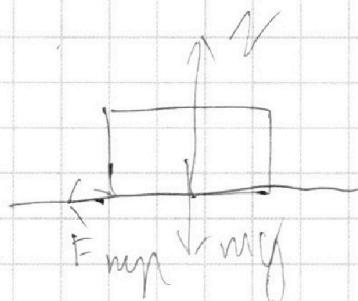
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4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

МФТИ

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

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

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



$$ma = \mu mg$$

$$a = \mu g$$

$$\theta = \alpha - \mu g$$

$$T = \frac{\nu_0}{\mu g} = \frac{\nu_0 s \cdot \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$



выв

~~$$Q = C \sqrt{\Delta T} \quad \Delta T_{12} = 3T_1$$~~

$$Q_{12} = C_{12} \sqrt{\Delta T_{12}} = 3T_1 C_{12} \quad \Delta T_{31} = T_2 \sqrt{T_1}$$

~~$$Q_{23} = C_{23} \sqrt{\Delta T_{23}} = 2.5 T_2 \quad \Delta T_{23} = 1.5 T_2 - T_1 =$$~~

~~$$Q_{31} = C_{31} \sqrt{\Delta T_{31}} = 2.5 T_1 \quad - T_2 \sqrt{T_2 - T_1} =$$~~

$$= T_1 \sqrt{2T_2 - 1}$$

$$\Delta Q = Q + 4cm \Leftrightarrow 0 - 4$$

= T₁

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 checked="" type="checkbox"/> |

МФТИ.

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

$$5U_{12} + 5U_{23} + 5U_{31} = 0$$

$$3T_1\sqrt{C_{12} - A_{12}} + 2T_1\sqrt{C_{23}(\sqrt{2}-2) - A_{23}} + T_1\sqrt{C_{31}(2\sqrt{2}-1)} = 0$$

$$T_1\sqrt{3C_{12} + 2C_{23}(\sqrt{2}-2) + C_{31}(2\sqrt{2}-1)} = A_{31} = 0$$

$$5U_{12} = U_2 - U_1 = \sqrt{RT_1} - \sqrt{RT_2} = 3VRT_1$$

$$5U_{12} = Q_{12} + A_{12}$$

$$A_{12} = Q_{12} - 5U_{12} = 3T_1\sqrt{C_{12}} - 3T_1\sqrt{R} =$$

$$= 3T_1\sqrt{(2R-R)} = 3T_1\sqrt{R} \quad P_1V_1 = V_1T_1$$

$$\cancel{Q = \frac{A}{R}} = 1 - \frac{Q_1}{R} = \frac{Q_2}{R} \quad A_{31} = Q_{23} - 5U_{23} =$$

$$Q = T_1\sqrt{3C_{12} + 2C_{23}(\sqrt{2}-2) + C_{31}(2\sqrt{2}-1)}$$

$$T_1\sqrt{3C_{12} + C_{31}(2\sqrt{2}-1)} =$$

$$= 6R + R\sqrt{2-2R} + 5R\sqrt{2-2,5R}$$

$$6R + 5R\sqrt{2} - 2,5R =$$

$$= \frac{15 + \sqrt{2} + 5\sqrt{2}}{4,5 + 5\sqrt{2}} = \frac{17 + 6\sqrt{2}}{4,5 + 5\sqrt{2}} \approx \frac{17}{11,5} \approx \frac{100}{71,5} = \frac{20}{23}$$

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 checked="" type="checkbox"/> |

МФТИ

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

$$2) \quad C_0 = r, \quad L_1 = S_1$$

$$L_2 = r, \quad u = 0,4 \cdot 2 = 0,8$$

$$L = L_1 + L_2 = S_1 + 0,8 = 1,6 \text{ м}$$

$$3) \quad a \frac{u^2}{r} \quad a \frac{C_3^2}{r} = u$$

$$C_3 = \frac{u}{a} = \frac{2}{10} = 0,2 \text{ м}$$

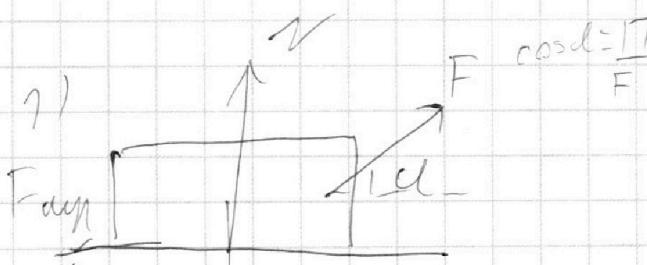
$$H = h_1 - h_2 =$$

$$\sin \alpha = \frac{h_1}{L}, \quad h_1 = \sin \alpha L; \quad \sin \alpha = \frac{h_2}{S_3}, \quad h_2 = \sin \alpha S_3$$

$$H = \sin \alpha \left(L - \frac{a \frac{C_3^2}{r}}{2} \right) = 0,8 \cdot (1,6 - \frac{10 \cdot 0,04}{2}) = 1,1 \text{ м}$$

н3

Непредан
нар



$$x: \quad F \cos \alpha - F_{N\perp} = ma$$

$$y: \quad N + F \sin \alpha = mg$$

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

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

$$x: \quad F - F_{N\perp} = ma \quad | \quad F - \mu mg = ma$$

$$y: \quad N = mg$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



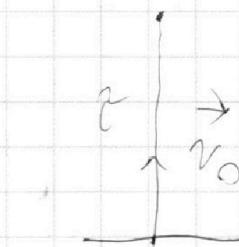
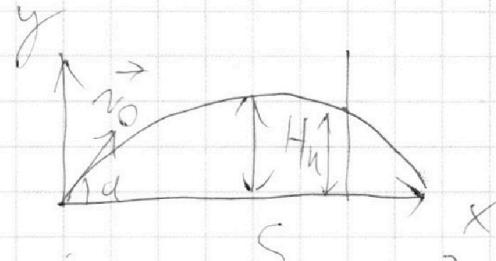
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4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

МФТИ

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

н1

$$v_0 = 20 \text{ м/с}$$



$$0 = v_0 \sin \alpha t - g(2t)^2$$

$$2gt^2 = 2v_0 \sin \alpha t$$

$$gt^2 = v_0 \sin \alpha t$$

$$0 = 2v_0 t - 2gt^2$$

$$1) v_0 = g t = 20 \text{ м/с}$$

$$2) \cancel{S_{\max} = v_0 \cos \alpha t}$$

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

$$h = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2}$$

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

$$= S \cancel{g \alpha t} - \frac{g S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha t}$$

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

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

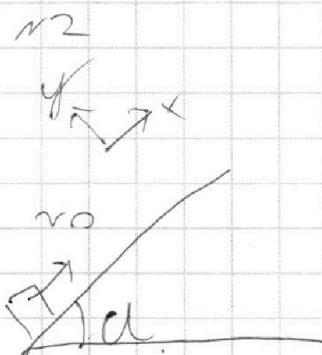
6

7

МФТИ

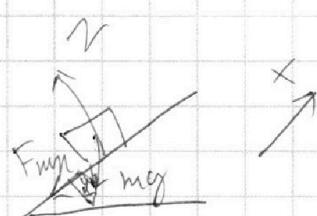
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$h = S \left(v_0^2 \frac{\sin 2d}{2} - gS \right) ,$$
$$\frac{v_0^2 \cos^2 d}{}$$



$$S_x = v_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

матем



$$x: ma = -(F_{mp} + \sin d mg)$$

$$y: N = mg \cos d$$

$$a = -(\mu g \cos d + g \sin d) =$$
$$= -g(\mu \cos d + \sin d) = -10 m/s^2$$

$$2S_y = v_0^2 - a^2 t^2$$

$$a^2 t^2 - 2v_0^2 t + 2S_y = 0$$

$$D_t = v_0^2 - 2Sa = 16 + 20 = 36$$

$$t_0 = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2Sa}}{a} \Rightarrow t_1 = \frac{4 - \sqrt{36 - 10}}{-10} = 0,2$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 12 \\ \hline 1662 \\ + 831 \\ \hline 9972 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 65 \\ - 56 \\ \hline 99 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} xy \\ \overline{56} \\) \end{array}$$

$$A_{23} = Q_{23} - D_{23} U$$

$$\frac{99}{6} = \frac{9}{60} = \frac{3}{20} = 99b$$

$$= -\sqrt{2} T_1 (2 - \sqrt{2}) -$$

$$P_1 = P_0 \text{ и } V_1 = V$$

$$= \sqrt{2} T_1 (2 - \sqrt{2})$$

$$\sqrt{R} T_1 = P_0 V_1$$

$$\begin{aligned} A_{31} &= Q_{31} - D_{31} U_{31} = \\ &= -2.5 \sqrt{R} T_1 (2 \sqrt{2} - 1) \end{aligned}$$

$$4\sqrt{R} T_1 = 4 P_0 V_1 = P_2 V_2 \quad 2\sqrt{2} \sqrt{R} T_1 = P_3 V_3$$

$$\sqrt{R} T_1 (2\sqrt{2} - \sqrt{2} T_1 \cdot 4) = 2\sqrt{R} T_1 (\sqrt{2} - 2)$$

$$A_{31} = A_{12} = 3T_1 \sqrt{R} = 3\sqrt{R} T_1 = P_0 \Delta V_1 = P_0 (V_2 - V_1)$$

$$\text{пусть } P_0 = P_2 \quad 4 P_0 V_1 = P_2 V_1$$

$$V_2 = 4V_1$$

$$\frac{kg^2}{2} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) =$$

$$mv^2 = \frac{kg^2}{b} \left(\frac{1+3\sqrt{2}}{3} \right) = \frac{kg^2 + 3\sqrt{2} kg^2}{3b} \frac{\sqrt{2+1}}{\sqrt{2}} = \frac{5}{6} = \frac{6\sqrt{2} + 6\sqrt{2}}{6\sqrt{2}} =$$

$$v = \sqrt{\frac{K}{m}} \left(\frac{1+3\sqrt{2}}{3} \right)$$

$$= \frac{\sqrt{2+6}}{6\sqrt{2}} = \frac{1+3\sqrt{2}}{6} = \frac{mv^2}{\frac{2}{3}} = \frac{v^2}{\frac{2}{3m}} = \frac{v^2}{\frac{1+3\sqrt{2}}{3m}}$$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

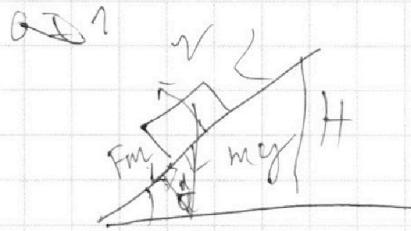
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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



$$x: \sin \alpha g + F_{\text{нр}} = m g$$
$$y: m g \cos \alpha = N$$

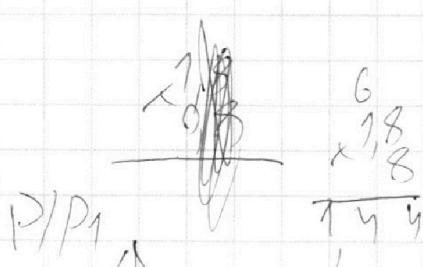
$$a = \sin \alpha g + g \mu \cos \alpha$$
$$= g (\sin \alpha + \cos \alpha \mu)$$

$$0 = v_0 - a t$$

$$t^2 = \frac{v_0}{g} : \frac{\mu}{\cos \alpha} = 9.81 : 0.07 = 137$$

$$S_{\max} = \frac{v_0^2 - g^2 t^2}{2} = \cancel{9.81} - \cancel{0.07} = 9.81 \cdot 137 / 2 = 65.45 \text{ м}$$

$$\frac{H}{L} = \sin \alpha$$



$$0.0981 \cdot 5 = 0.2 \text{ м}$$

$$P_2/P_1$$

$$V_2/V_1$$

$$T_2 = \frac{3}{2} T_1 \cdot V_2 = P_2 V_2$$

$$P_2 V_2 - P_1 V_1 = 3 V_2 T_1$$

$$V_2 T_1 - V_1 T_1$$

$$P_1 V_1 = n R T_1$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} n R T_1 = P_1 V_1 = P_1 \cdot \Delta V = P_1 V_2 - P_1 V_1$$

$$\sqrt{V_2/V_1} \cdot A_{23} = \frac{\Delta p \cdot \Delta V}{n R T_1 (2 - \beta)}$$

$$-\frac{P_2 V_2 T_2}{2} = (2 - \beta) n R T_1, \quad A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = C V_B T_{23} - P_2 V_2 T_{23}$$

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 checked="" type="checkbox"/> |

МФТИ



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

I. $\Delta U = Q - A$ - *демонстрация термодинамики*

$$\Delta U_{12} = Q_{12} - A_{12}$$

$$A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = C_{12} \sqrt{\Delta T_{12}} - U_2 + U_1 =$$

$$C_{12} \sqrt{4T_1 - T_1} - VR \cdot 4T_1 + VR T_1 = 3T_1 V \cdot 2R -$$

$$- 3T_1 V R = 3T_1 V R = 3 \cdot 400 \text{ к. 1 моль. 831 } \frac{\text{Дж}}{\text{моль. к}} =$$

$$= 9972 \text{ Дж}$$

$$\begin{array}{r} 600 \\ \times 831 \\ \hline 4886 \end{array}$$

II.

$$\eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{Q_n - Q_0}{Q_n} = 1 - \frac{Q_0}{Q_n}$$

Учтем, какие Q относятся к Q_0 или Q_n .

$$Q_{12} = C_{12} \sqrt{\Delta T_{12}} = 2R \cdot V \cdot 3T_1 = 6VR T_1$$

$$Q_{23} = C_{23} \sqrt{\Delta T_{23}} = \frac{R}{2} \cdot V \cdot (2\sqrt{2} - 4) = -VR T_1 (2 - \sqrt{2})$$

$$Q_{31} = C_{31} \sqrt{\Delta T_{31}} = 2,5VRV T_1 (1 - 2\sqrt{2}) = -2,5VR^2 T_1 (2 - \sqrt{2})$$

$$Q_0 = Q_{23} + Q_{31}, \quad Q_n = Q_{12}$$

$$\eta = \frac{Q}{Q_n} = \frac{6VR T_1 - 2VR T_1 + VR T_1 \sqrt{2} + \frac{25}{4}VR^2 T_1 (2 - \sqrt{2})}{6VR T_1} =$$

$$= \frac{6,5 - 5\sqrt{2}}{6} \approx 0,15$$