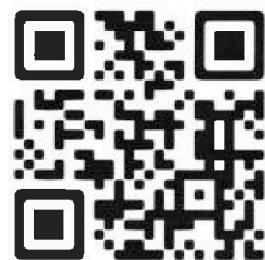




Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 10-01

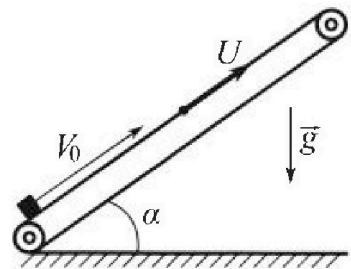
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за $T = 2$ с.
 - Найдите начальную скорость V_0 мяча.
 - 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.

- 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.



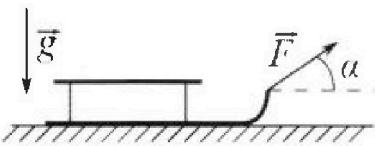
- За какое время T после старта коробка пройдет в *первом опыте* путь $S = 1 \text{ м}$?

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

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

- 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.

- Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.
- Через какое время T после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения g .

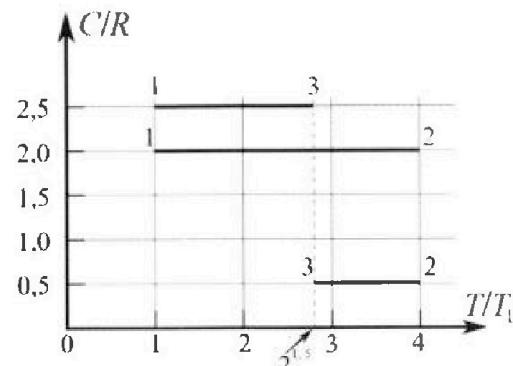
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

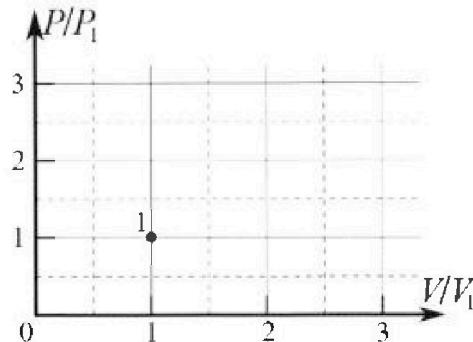
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



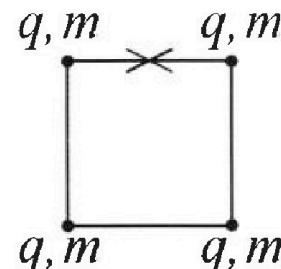
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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:

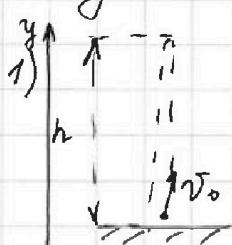
- | | | | | | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ



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

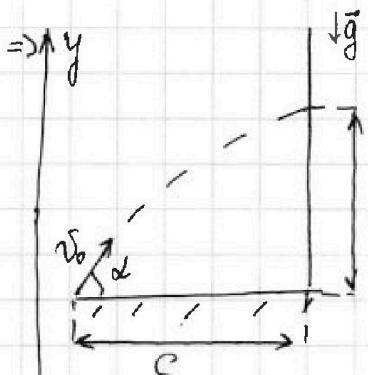
Задача 1.



Запишем з-н равнотекущенного
движения на ось y :

$$0 = v_0 - gT \Rightarrow v_0 = gT = 20 \text{ м/с};$$

2) Траектория падения мяча - парабола \Rightarrow



Запишем з-н равнотекущенного
движения на оси x и y :

$$\begin{aligned} H &= v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}, \\ S &= v_0 \cos \alpha t, \end{aligned} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow H = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} \Rightarrow H = H_{\max} \Leftrightarrow H' = 0;$$

$$\begin{aligned} 0 &= S \cdot \left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)' - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha} \right)' = S \cdot \frac{v_0^2 \sin \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2}{v_0^2} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} = \\ &= S \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{g S^2}{v_0^2} \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} \Rightarrow 0 = \cos \alpha - \frac{g S}{v_0^2} \sin \alpha \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_0^2}{g S} = 2 \Rightarrow \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \tan^2 \alpha + 1 = 5;$$

$$H_{\max} = 40 \text{ м} - 5 \cdot \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} \text{ м} = 15 \text{ м};$$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \text{ м/с}$; 2) $H_{\max} = 15 \text{ м}$;

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

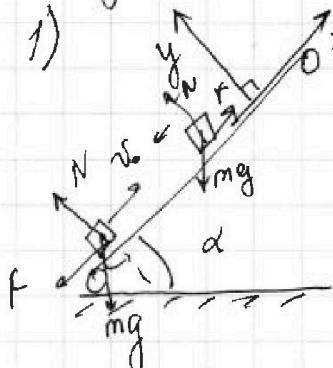


- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

Задача 2.



Запишем 2⁰⁰ зн Ньютона
для коробки на оси x и y :

$$x: -mg \sin \alpha - F = ma;$$

$$y: N - mg \cos \alpha = 0;$$

$F = \mu N$ - т.к. коробка скользит

$$a = -g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = -g$$

Запишем з-и равнозамененного движ. на
оси x & \Rightarrow ам.: $\left\{ \begin{array}{l} \frac{v_0^2 + aT^2}{2} = S_1; \\ \frac{v_0 + aT}{2} = 0; \end{array} \right.$

$$\begin{aligned} 4 \frac{\mu g}{c} T - g(0,8 + \frac{1}{3} \sqrt{1 - 0,8^2}) \frac{T^2}{2} &= 1 \text{ м}; \\ 5 \frac{\mu g}{c} T^2 - 4 \frac{\mu g}{c} T + 1 \text{ м} &= 0 \Rightarrow T = \frac{4 \frac{\mu g}{c} \pm \sqrt{16 - 20 \frac{\mu g}{c}}}{10 \frac{\mu g}{c}} = \end{aligned}$$

$\Delta < 0 \Rightarrow$ коробка не дадет $\Rightarrow S = 1 \text{ м}$

2) Перейдём в СД транспортёра. В этом СД
коробки $\alpha = 0$. Скорость коробки
в лабораторной СД будет равна αt , когда
в СД центре её скорость будет 0.

Запишем з-и равнозамененного движения
на оси x : $\alpha t \cdot t + \frac{\alpha t^2}{2} = l; \quad \alpha t + t \cdot a = 0; \quad \left. \right\}$



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 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!

$$S_1 = -\frac{v_0^2}{a} - \frac{v_0^2}{2a} = -\frac{v_0^2}{2a} = \frac{v_0^2}{2g} = 0,8 \text{ м} \Rightarrow S \Rightarrow$$

Чтобы найти путь $S=1 \text{ м}$, коробка пойдет
близ.

$$\begin{aligned} ma' &= -mg \sin \alpha + f \\ f &= \mu N \\ N &= mg \cos \alpha \end{aligned} \quad \Rightarrow a' = -g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = -6 \text{ м/с}^2$$

Из з-на навкоускор. движения: $-a' \frac{t_2^2}{2} = S - S_1$,

$$t_2 = \sqrt{\frac{0,4 \text{ м}}{6 \text{ м/с}^2}} \Rightarrow T = t_1 + t_2 = 0,4 \text{ с} + \sqrt{\frac{2}{30}} \text{ с};$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" 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!

$$t = \frac{\alpha m/c}{-a} = 0,2c ;$$

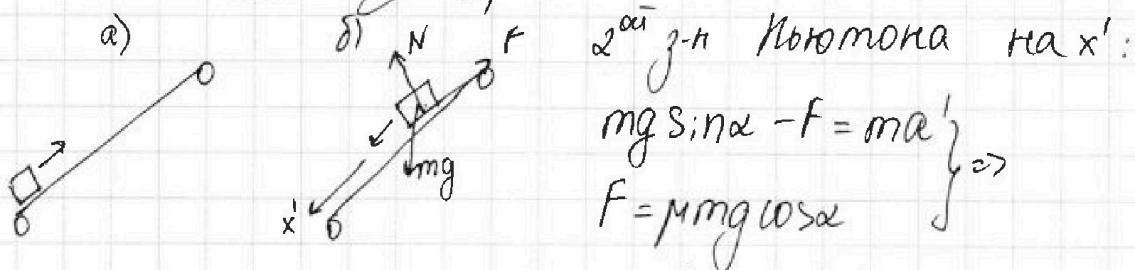
$$\ell = 0,4m - \frac{10}{2} \cdot 0,04m = 0,2m ;$$

Приезжая обратно в лаб. СО нам надо добавить
к ℓ расстояние, на которое летят перемещения
коробки $l = at \Rightarrow l = \ell + ut = 0,6m$;

3) Тоже же запись з-п равнодвижущегося
движ. в СО нечтн.; только для двух участков

$$\begin{aligned} \cancel{\alpha m/c \cdot t' + \alpha \frac{t'^2}{2} = \ell'} \\ \cancel{\alpha m/c + at' = -\alpha \frac{m}{c}}; \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} t' &= 0,4c \\ \ell' &= \end{aligned} \right\}$$

(Слайд 10 в 10);



$$\Rightarrow a' = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \frac{3}{5}g = 6m/c^2;$$

$$a) v_0 - at = 0 \quad \left. \begin{aligned} t &= 0,2c \\ \ell &= 0,2m \end{aligned} \right\}$$

$$v_0 t - a \frac{t^2}{2} = \ell \quad \left. \begin{aligned} t &= 0,2c \\ \ell &= 0,2m \end{aligned} \right\}$$

$$b) \alpha \frac{t'^2}{2} = \ell'; \quad \left. \begin{aligned} t' &= \frac{1}{3}c \\ \ell' &= \frac{1}{3}m \end{aligned} \right\}$$

$$\alpha' t' = 2m/c; \quad \left. \begin{aligned} t' &= \frac{1}{3}c \\ \ell' &= \frac{1}{3}m \end{aligned} \right\}$$

Изменение по X в СО нечтн.: $S_x = \ell - \ell' = -\frac{2}{15}m$



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!

решение по х виад. (D): $L = u(t+t') + S_x =$

$$= 0,4m + \frac{2}{3}m - \frac{2}{15}m = \frac{14}{15}m;$$
$$H = \frac{L}{\sin \alpha} = \frac{14}{15} \cdot \frac{10}{10} = \frac{56}{75}m;$$

Ответ: 1) $T = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}e$; 2) $L = 0,6m$; 3) $H = \frac{56}{75}m$;



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

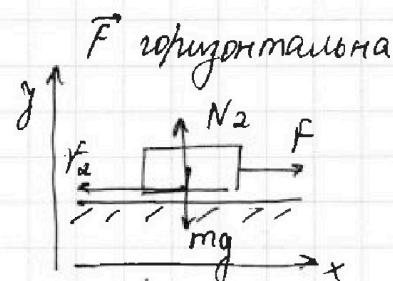
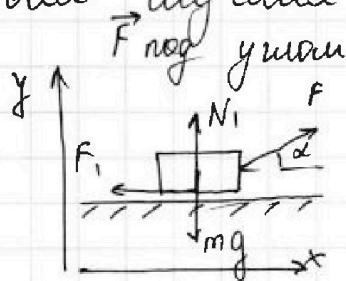
- | | | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input 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!

Задача 3.

1) Рассмотрим силы, действ. на санки в
общих случаях:



N_1, N_2 - силы нормальной реакции опоры.

F_1, F_2 - силы трения скольжения. ($F = \mu N$)

Запишем $\text{д}^{\text{о}}\text{н}$ з-и Ньютона для саней на x
и y в общих случаях:

$$\text{a)} \quad y: N_1 + F \sin \alpha = mg; \quad \text{б)} \quad y: N_2 - mg = 0$$

$$x: m a_1 = F \cos \alpha - F_1; \quad x: F - F_2 = m a_2$$

$$F_1 = \mu N_1$$

$$F_2 = \mu N_2;$$

П.к. сани разгоняются со v_0 за одно и то же время, $a_1 = a_2 = a$:

$$\begin{aligned} \left. \begin{aligned} ma &= F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha \\ - ma &= F - \mu mg \end{aligned} \right\} \Rightarrow \cos \alpha + \mu \sin \alpha - 1 = 0; \\ M &= \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; \end{aligned}$$



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

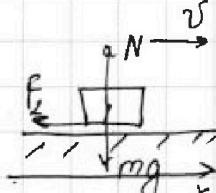
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

2)



Уг α г-на Кьютона:

$$N = mg \Rightarrow F_\alpha = \mu N = \mu mg$$

Запишем ЗСД: f_2

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

Сами запишем в уск. а. Запишем
з-к равноускор. движ на ось x:

$$v_0 - \mu g T = 0; \Rightarrow T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha};$$

$$\text{Отвем: 1) } M = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; \text{ 2) } T = \frac{v_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha};$$

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

Задача 4.

$$1) Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}; \\ A_{12} = EC \sqrt{\Delta T_{12}}; \\ \Delta U_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{R \cdot \Delta T_{12}}; \quad \left. \begin{array}{l} \Rightarrow 2R \sqrt{3T_1} = \frac{3}{2} \sqrt{R \cdot 3T_1} + A_{12} \\ A_{12} = \frac{3}{2} \sqrt{R T_1} = \frac{3}{2} \cdot \sqrt{3T_1} \cdot 4 \text{ дж} \end{array} \right\} \\ \text{однокомпонентный} \quad = 4986 \text{ дж.}$$

$$2) \eta = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+};$$

Мы подводим тепло только на ур. 1 \rightarrow 2,
а на ур. 2 \rightarrow 3 и 3 \rightarrow 1 отводим (температура
считается)

$$Q_+ = C_{12} \Delta T_{12} = 2R \sqrt{3T_1}$$

$$Q_- = Q_{23} + Q_{31} = 0,5R \sqrt{(4 - 2^{1.5})T_1} + 2,5R \sqrt{(2^{1.5} - 1)T_1}$$

$$\eta = \frac{6R \sqrt{T_1} - 0,5R \sqrt{T_1}(4 - 2^{1.5}) - 2,5R \sqrt{(2^{1.5} - 1)T_1}}{0,5R \sqrt{T_1}(4 - 2^{1.5}) + 2,5R \sqrt{(2^{1.5} - 1)T_1} + 6R \sqrt{T_1}} =$$

$$= \frac{6 - 2 + 2^{0.5} - 5 \cdot 2^{0.5} + 2,5}{6} = \frac{6,5 - 4 \cdot 2^{0.5}}{6} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6};$$

3) Всех процессах $C = \text{const} \Rightarrow$ все процессы
в цикле - изотермические ($PV^n = \text{const}$)

$$3 \rightarrow 1: C = 2,5R = \frac{3}{2}R + R = C_p \Rightarrow 3 \rightarrow 1 \quad P = P_i = \text{const} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_3 = \frac{\sqrt{R} \cdot 2^{1.5} T_1}{P_1} = 2^{1.5} V_1$$



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 type="checkbox"/> 3 | <input checked="" 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!

Приложим n градус $1 \rightarrow 2$ и $2 \rightarrow 3$:

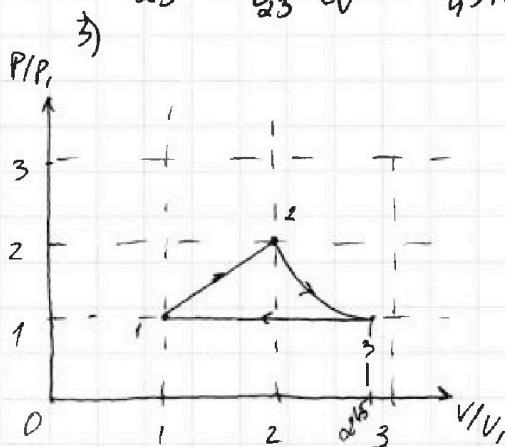
$$n_{12} = \frac{C_2 - C_P}{C_2 - C_V} = \frac{2R - 2,5R}{2R - 1,5R} = -1; \Rightarrow 1 \rightarrow 2: \frac{P}{V} = \text{const}$$

$$1 \rightarrow 2: P = kV$$

$$1: kV_1 \cdot V_1 = \sqrt{RT_1}$$

$$2: kV_2 \cdot V_2 = \sqrt{R \cdot 4T_1} \quad \left. \begin{array}{l} V_2 = 2V_1 \\ P_2 = 2P_1 \end{array} \right\}$$

$$n_{23} = \frac{C_3 - C_P}{C_3 - C_V} = \frac{0,5R - 2,5R}{0,5R - 1,5R} = 2 \Rightarrow 2 \rightarrow 3: PV^2 = \text{const};$$



$$\text{Очевидно: 1) } A_n = 4886 \text{ дж; 2) } \eta = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6};$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

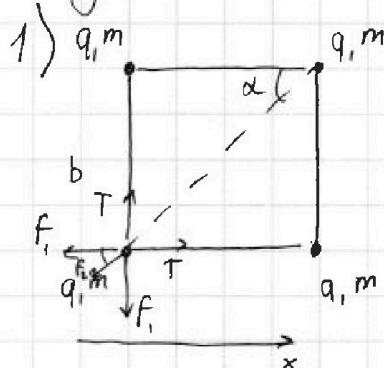
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

Задача 5.



Запишем ул-с равновесия

одного заряда на оси x:

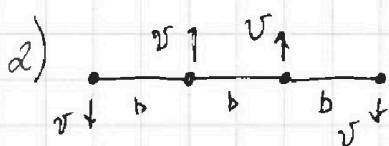
$$T - F_1 - F_2 \cos \alpha = 0 ;$$

$$F_1 = k \frac{q^2}{b^2} ;$$

$$F_2 = k \frac{q^2}{\alpha b^2} ;$$

$$\cos \alpha = \frac{\sqrt{2}}{2} ;$$

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



Исходя из ЗЧИ, искости
у всех зарядов одинаковы

Рассчитаем энергию взаимодействия зарядов
в начальном и когда они все будут на
одной прямой:

$$W_0 = \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot \left(2 \cdot k \frac{q^2}{b} + k \frac{q^2}{\sqrt{2}b} \right)$$

$$W_2 = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot \left(\left(2k \frac{q^2}{b} + k \frac{q^2}{2b} \right) + \left(k \frac{q^2}{b} + k \frac{q^2}{2b} + k \frac{q^2}{3b} \right) \right)$$

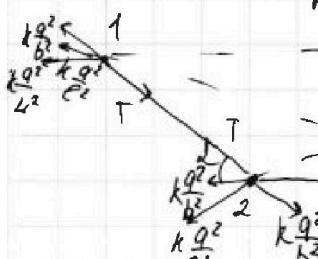
из ЗЧИ: $\Delta W = 4 \cdot m \frac{v^2}{2}$

$$\begin{aligned} \Delta W &= W_0 - W_2 = 4k \frac{q^2}{b} + \sqrt{2}k \frac{q^2}{b} - 2k \frac{q^2}{b} - k \frac{q^2}{2b} - k \frac{q^2}{b} \frac{q^2}{2b} - k \frac{q^2}{3b} \\ &= k \frac{q^2}{b} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right) \Rightarrow \sigma = \sqrt{\frac{kq^2}{2mb} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3} \right)} ; \end{aligned}$$



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

3) Рассмотрим систему в какой-то
момент времени:



Рассмотрим силы, действ. на заряды 1 и 2
в проекции на ось y

(из симметрии на 3 и 4 будут действ. те же
силы)

$$1: -ma_{y_1} = T \cos \alpha - k \frac{q^2}{b^2} \sin \alpha - k \frac{q^2}{c^2} \sin \beta ,$$

$$2: ma_{y_2} = T \sin \alpha - k \frac{q^2}{b^2} \sin \alpha - k \frac{q^2}{c^2} \sin \beta ,$$

Заметим, что $|a_{y_1}| = |a_{y_2}| \Rightarrow$ в любой момент
времени ускорение на верти. равно \Rightarrow
 \Rightarrow в любой мом. времени вертик. сост. скоростей
равны (нач. скорость 0) \Rightarrow верхнее ступенчатое
меняется от верхнего края на то же
расстояние, что и нижние заряды от нижн.
края.

$$\begin{aligned} l_1 &= l_2 \\ l_1 + l_2 &= b \end{aligned} \quad \left\{ \Rightarrow l_1 = \frac{b}{2}$$

$$\text{Из Th. Гиббалога: } d = \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + b^2} = b \frac{\sqrt{5}}{2}$$

$$\text{Ответ: 1) } T = \frac{kq^2}{b^2} \cdot \frac{4\sqrt{12}}{4} ; 2) V = \sqrt{\frac{kq^2}{2mb} \left(\sqrt{2} - \frac{1}{3}\right)} ; 3) d = b \frac{\sqrt{5}}{2} ;$$



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!

$$\begin{array}{r} 1 \\ \times 6 \\ \hline 4916 \end{array}$$