

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.

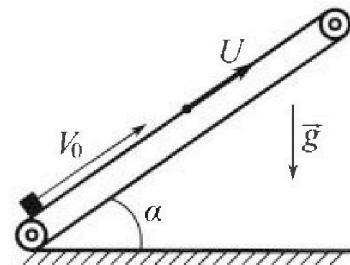
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 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 $S = 1 \text{ м}$?

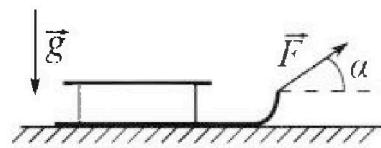
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 2 \text{ м/с}$, и сообщают коробке скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$.

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 .

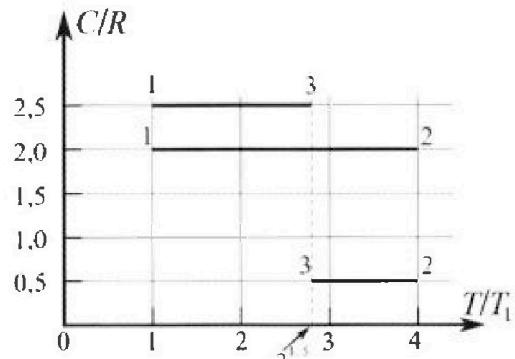
Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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

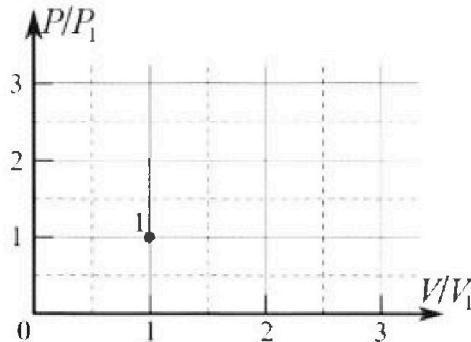
Вариант 10-01

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 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.

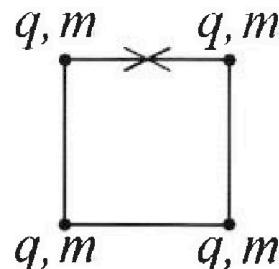


5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

- 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!

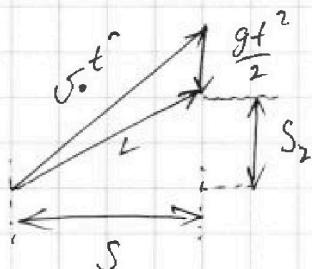
1) Высота S_1 , на которую поднимется мяч:

$$S_1 = \frac{gt^2}{2} = 20(\text{м}) \quad (\text{время подъема} = \text{время спуска}, \text{ в началь-})$$

шной точке траектории $V=0$)

$$\text{Также } S_1 = \frac{V_0^2}{2g}; \quad V_0 = \sqrt{2gS_1} = 20(\text{м/c})$$

2) Нарисуйте треугольники перемещений



S_2 - высота, на которой мяч
встретил в стену.

По теореме Пифагора:

$$\frac{gt^2}{2} + S_2 = \sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}$$

$$\frac{g^2 t^4}{4} + gt^2 S_2 + S_2^2 = V_0^2 t^2 - S^2$$

$$\cancel{S_2^2} + \cancel{gt^2 S_2} + \cancel{\frac{g^2 t^4}{4}} + S^2 - V_0^2 t^2 = 0$$

$$S_2 = \frac{-gt^2 \pm \sqrt{g^2 t^4 - 4(\frac{g^2 t^4}{4} + S^2 - V_0^2 t^2)}}{2}$$

$$S_2 = \frac{-gt^2 \pm 2\sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}}{2}$$

$$S_2 \max \Rightarrow S_2 = \frac{-gt^2 + \sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}}{2}$$

$$S_2' \max = -gt + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}} \cdot 2V_0 t + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_0^2 t^2 - S^2}} \cdot 2V_0^2 t$$

$$S_2 \max, \Rightarrow S_2' = 0$$

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"/> |

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

МФТИ

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

$$v_0^2 t^2 - s^2 = \frac{v_0^4}{g^2}$$

$$t = \sqrt{\frac{\frac{v_0^4}{g^2} + s^2}{v_0^2}} = \sqrt{5} \text{ (с)}$$

$$s_{\max} = \sqrt{v_0^2 t^2 - s^2} - \frac{gt^2}{2} = 15 \text{ (м)}$$

Одн. вр: $v_0 = 20 \text{ м/с}$; $s_{\max} = 15 \text{ м}$.

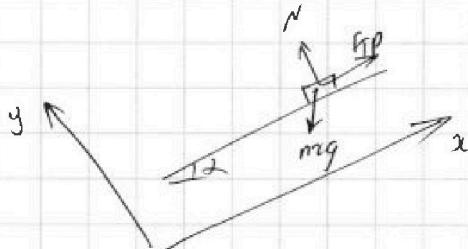


- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

Сила на коробку в наивысшей точке:



$$F_{fp} = N \cdot \mu$$

$$N = mg \cdot \cos \alpha \quad (\text{из 3-й Ньютона } O_y)$$

$$ma = mg \sin \alpha - F_{fp} \quad (\text{из 3-й Ньютона } O_x)$$

$$a_2 = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 6 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

5) по наивысшей точке:

$$S_1 = \frac{v_0^2}{2a_1} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ (m)}$$

$$\frac{a_1 t_1^2}{2} = S_1 \quad t_1 = \sqrt{\frac{2S_1}{a_1}} = 0,4 \text{ (c)} \quad \text{- время подъёма}$$

$$S_2 = S - S_1 = 0,2 \text{ (m)}$$

$$S_2 = \frac{a_2 t_2^2}{2}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2S_2}{a_2}} = \sqrt{\frac{0,4}{6}} = \sqrt{\frac{2}{30}} = \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ (c)}$$

$$\text{Одном: } T = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ (c)}$$

2) Скорость коробки будет равна 2 м/с, когда она
состановится в CO цепи и будет двигаться
вместе с ней. В CO цепи на коробку действует
же те силы, что и в первом случае. ~~тогда в CO цепи~~
~~сформируется~~ ~~законсервированная~~ ~~первой~~, ~~за счет~~ ~~коробка~~ ~~выпадет~~
~~из~~ ~~цепи~~ ~~законсервированной~~ ~~первой~~ ~~за счет~~ ~~коробка~~ ~~выпадет~~
(т.к. цепь движется без ускорения)

$$v_{2x} = v_0 - u = 2 \text{ (m/s)} - \text{скорость коробки в CO цепи}$$

$$S_{1x} = \frac{v_{2x}^2}{2a_1} = 0,2 \text{ (m)} \quad (\cancel{0,2}) \text{ (m)} - \text{перемещение в CO цепи}$$

$$t_{1x} = \sqrt{\frac{2S_{1x}}{a_1}} = 0,2 \text{ (c)} \quad \text{- среднее перемещение}$$

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"/> |

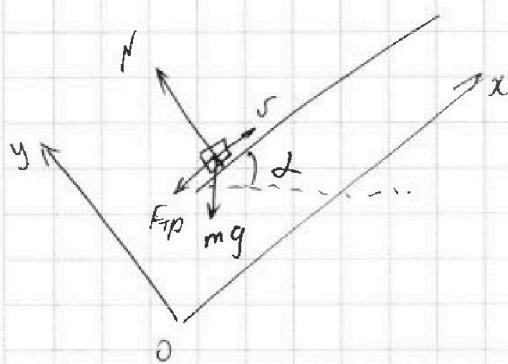
МФТИ

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

n2

1) Слайд на склоне:

Запишем II З-н Ньютона для склонов: (Ox)



$$F_f + mg \cdot \sin\alpha = ma \quad (I)$$

II З-н Ньютона (Oy) :

$$N - mg \cdot \cos\alpha = 0 \quad (II)$$

$$F_f = N \cdot \mu \quad (III)$$

У I , II , и III :

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

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

$$\cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha} = 0,6$$

$$a = 10 (0,8 + \frac{6}{10} \cdot \frac{1}{3}) = 10 \text{ м/с}^2$$

$$a = a_1$$

Направлено против
гашения склонов!

$$S = V_0 t - \frac{a t^2}{2} = 3 \text{ м}$$

$$t^2 - \frac{2V_0 t}{a} + \frac{2S}{a} = 0$$

$$t_{1,2} = \frac{2V_0}{a} \pm \sqrt{\frac{4V_0^2}{a^2} - \frac{8S}{a}}$$

так $V_0 < 0 \Rightarrow$ склонка не придет \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 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!

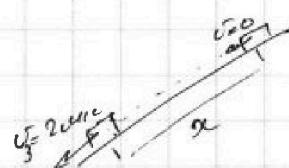
За t_2 цепь движется на $t_2 \cdot u = 0,4 \text{ м} = S_{2x}$

$$\text{Одем: } L = S_{2x} + S_{1x} = 0,6 \text{ (м)}$$

3) Скорости $= 0$, В CO цепи Скорость $= 2 \text{ (м/с)}$ параллельно
помимо движению цепи.

В CO цепи Скорка поднимется в $\frac{1}{2}$ раза, остановится
и пойдет вниз. Когда скорость спускается в CO цепи,
она на нее тормозит, как и в I точке, \Rightarrow

В CO цепи:



$$x = \frac{v_3^2}{2a_2} = \frac{4}{12} = \frac{1}{3} \text{ (м)}$$

$$t_3 = \sqrt{\frac{2x}{a_2}} = \sqrt{\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{6}} = \frac{1}{3} \text{ (с)}$$

В CO цепи коробка проедет от старты до v_3

$$3at_3 = 0,2 + \frac{1}{3} = \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{3} = \frac{8}{75} \text{ (с)}$$

$$L_2 - \text{перемещение в CO цепи} = 0,2 - \frac{1}{3} = \frac{1}{5} - \frac{1}{3} = -\frac{2}{15} \text{ (м)}$$

$$L_3 \text{ за } t_3 \text{ цепь поднимется на } u \cdot t_3 = \frac{16}{15} \text{ (м)}$$

Коробка движется в CO земли на $L_2 + L_3 = \frac{14}{15} \text{ (м)} = L_4$

$$\text{Одем: } H = L_4 \cdot \sin \vartheta = \frac{14}{15} \cdot \frac{8}{10} = \frac{56}{75} \text{ (м)}$$

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 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!

У IV и V:

$$F - \mu mg = ma_2$$

$$a_2 = \frac{F}{m} - \mu g$$

По усло зе θ одинак. + санки подирагают оди-
наково $\omega \Rightarrow a_1 = a_2$

$$\frac{F}{m} - \mu g = \frac{F \cos \theta}{m} - \mu g + \mu \frac{F \sin \theta}{m}$$

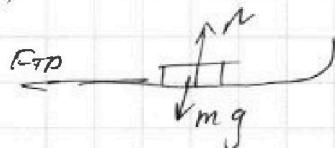
$$\mu \frac{F \sin \theta}{m} = \frac{F \sin \theta}{m} (\cos \theta - 1)$$

$$\mu \frac{F \sin \theta}{m} = \frac{F}{m} (1 - \cos \theta)$$

Однако: $\mu = \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta}$

$$\theta = \arctan \frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta}$$

2) Сила на санки:



$$ma = F_{FP} = N \cdot \mu = mg \mu$$

$$a = g \mu = g \left(\frac{1 - \cos \theta}{\sin \theta} \right)$$

$$v_0 = a T$$

$$\text{Однако: } T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{g} \cdot \frac{\sin \theta}{1 - \cos \theta}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



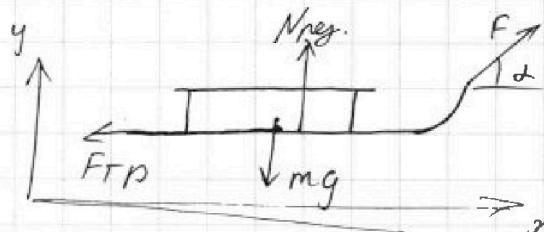
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№ 3

I вр.



Норм - результатирующая
силы реакции поверхности
на санки

II 3-и уравнения на санки:

$$Ox: F \cdot \cos \alpha - F_{\text{тр}} = m a \quad (I)$$

$$F_{\text{тр}} = N_{\text{рез.}} \cdot \mu$$

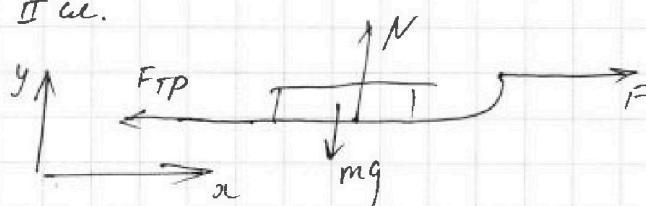
$$Oy: mg - F \cdot \sin \alpha - N_{\text{рез.}} = 0 \quad (II)$$

У (I) и (II):

$$F \cos \alpha - \mu \cdot (mg - F \sin \alpha) = m a$$

$$a = \frac{F \cos \alpha - \mu g + \mu F \sin \alpha}{m} = a_1 \quad (III)$$

II вр.



III 3-и уравнения

$$Ox: F - F_{\text{тр}} = m a_2 \quad (IV)$$

$$F_{\text{тр}} = N \cdot \mu$$

$$Oy: N - mg = 0 \quad (V)$$

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!

14

$$dQ = C \cdot dT$$

$$\text{у} \quad \text{теплоемкость} \quad Q_{12} = 2R \cdot 3T_1 = 6T_1R$$

$$Q_{23} = -0,5R \cdot (4-2^{\frac{1}{2}})T_1 = -RT_1(2-\sqrt{2})$$

$$Q_{31} = -2,5R \cdot (2^{\frac{3}{2}}-1)T_1 = -2,5RT_1(2^{\frac{3}{2}}-1)$$

$$\Delta Q = \Delta U + A$$

$$\Delta U_{12} = \cancel{2RT_1T_2MRBC} \quad 3T_1\sqrt{R} \cdot \frac{3}{2} \quad (\text{из условия } \Rightarrow \\ \underline{L=3})$$

$$A_{12} = \Delta Q_{12} - \Delta U_{12} = 6T_1R - \frac{9}{2}T_1R = \frac{3}{2}T_1R = 600 \cdot 8,31$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 6 \\ \hline 4986 \end{array} \quad A = 4986 \quad (\text{dm}) \quad - \text{Объем.}$$

$$\eta = \frac{A_{\text{ном}}}{Q_{+}} \quad Q_{+} = Q_{12}$$

$$A_{\text{ном}} = A_{12} + A_{23} + A_{31}$$

$$A_{23} = \Delta Q_{23} - \Delta U_{23} = -RT_1(2-\sqrt{2}) - \frac{3}{2}R(T_3-T_2) = \\ = -RT_1 \left(2-\sqrt{2} + \frac{3}{2}(2^{\frac{3}{2}}-2^2) \right) =$$

$$A_{31} = \Delta Q_{31} - \cancel{2RT_1} \Delta U_{31} = RT_1(-2,5(2^{\frac{3}{2}}-1)-(4-2^{\frac{3}{2}}))$$

$$A_{\text{ном}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = T_1R \left(\frac{3}{2} - 2 + \sqrt{2} - \frac{3}{2} \cdot 2^{\frac{3}{2}} + 6 - 2,5 \cdot 2^{\frac{3}{2}} + \right. \\ \left. + 2,5 - 4 + 2^{\frac{3}{2}} \right) = T_1R(1,5 + 2,5 + 3 + \sqrt{2} - 3\sqrt{2} - 1,5 \cdot 2^{\frac{3}{2}}) = \\ = T_1R \cdot (2 - 2\sqrt{2} - 1,5 \cdot 2^{\frac{3}{2}})$$

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!

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1} \cdot e^{\frac{\frac{5}{2}R - C}{C - \frac{3}{2}R}}$$

$$P_2 V_2 = \cancel{VR T_2}$$

$$P_1 V_1 = \cancel{VR T_1}$$

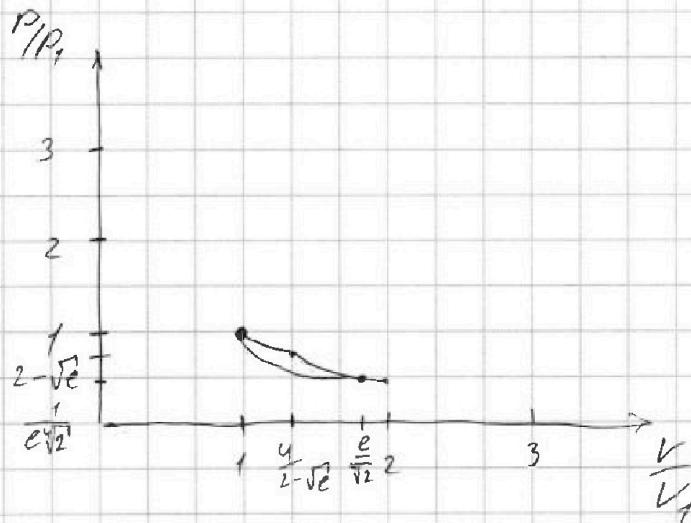
$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\cancel{VR T_2}}{\cancel{P_2 V_2}} \cdot \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{P_1}{P_2} \cdot e^{\frac{\frac{5}{2}R - C}{C - \frac{3}{2}R}}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} \cdot \sqrt{e^{\frac{\frac{5}{2}R - C}{C - \frac{3}{2}R}}} = 2 \cdot \sqrt{e^{\frac{0,5R}{0,5R}}} = \cancel{2 \cdot \sqrt{e}}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{P_1}{P_2} = \frac{4}{2 - \sqrt{2}}$$

$$\frac{P_3}{P_2} = \sqrt{\frac{T_3}{T_2}} \cdot \sqrt{e^{\frac{2R}{C - \frac{3}{2}R}}} = \sqrt{\frac{2^{\frac{3}{2}}}{4}} \cdot \frac{1}{\sqrt{e}} = \cancel{\sqrt[4]{\frac{1}{\sqrt{2}}}} \cdot \frac{1}{\sqrt{e}}$$

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{T_3}{T_2} \cdot \frac{P_2}{P_3} = \frac{2^{\frac{3}{2}}}{2^2} \cdot e^{\frac{2R}{C - \frac{3}{2}R}} = e^{\frac{T_2}{\sqrt{2}}} = e^{\sqrt{\frac{V_2}{2}}} = \frac{e}{\sqrt{2}}$$



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!

$$\text{решение: } \eta = \left(\frac{Z - 2\sqrt{2} - 3\sqrt{2}}{6} \right) = \left(\frac{Z - 5\sqrt{2}}{6} \right)$$

3) З-н теплосмена в калориметре:

$$Q_{T_1} \cdot P_1 V_1 = RT_1$$

$C = \text{const}$ \Rightarrow процесс изотермический

$$Q_{T_2} \cdot P_2 V_2 = RT_2$$

$$P_3 V_3 = RT_3$$

$$\Delta_{12} = \oint P dV$$

$$PV = \sqrt{RT}$$

$$(P+dP)(V+dV) = \sqrt{R}(T+dT)$$

$$PdV + VdP = \sqrt{R}dT$$

$$\frac{dQ}{dT} = C = \frac{dA + dU}{dT} = \frac{\frac{3}{2}RdT}{dT} + \frac{PdV}{dT}$$

$$\cancel{Q} \cdot \frac{PdV}{dT} = C - \frac{3}{2}R$$

$$\frac{PdV}{PdV + VdP} = C - \frac{3}{2}R$$

$$1 + \frac{VdP}{PdV} = \frac{R}{C - \frac{3}{2}R}$$

$$\cancel{Q} \cdot \frac{\int_{P_1}^{P_2} \frac{dP}{P}}{\int_{V_1}^{V_2} V} = \left(\frac{R - C + \frac{3}{2}R}{C - \frac{3}{2}R} \right)$$

$$\ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right) = \frac{\frac{5}{2}R - C}{C - \frac{3}{2}R} \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

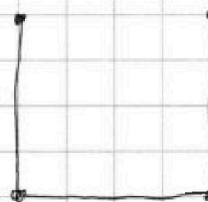
МФТИ

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

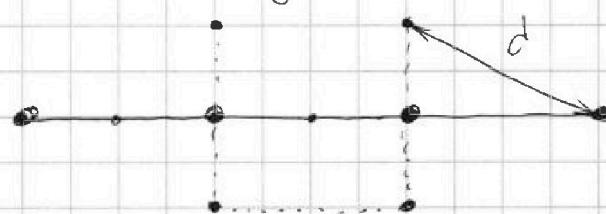
$$v_1 = \sqrt{\frac{3\sqrt{2}-1}{6}} \frac{q^2 k}{mb}$$

3) М.к. внешних сил нет, центр масс движется
равномерно \Rightarrow

в начале



в конце



$$d = b \cdot \sqrt{1^2 + \left(\frac{1}{2}\right)^2} = \sqrt{\frac{3}{2}} b = \frac{\sqrt{5}}{2} b$$

$$\text{Объем: } T = \frac{k q^2}{b^2} \cdot \left(\frac{4+\sqrt{2}}{4}\right) ; \quad v = \sqrt{\frac{3\sqrt{2}-1}{6}} \frac{q^2 k}{mb} ;$$

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

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

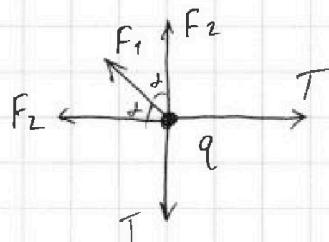


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№5.

На концы из зарядов действуют 3 отталкивания.

Две симметрии симметрии на 1 заряд, в силу симметрии на
отталкивание заряды будут действовать не-же силы (но
подобное называемые) и силы перенесены некий
разные.



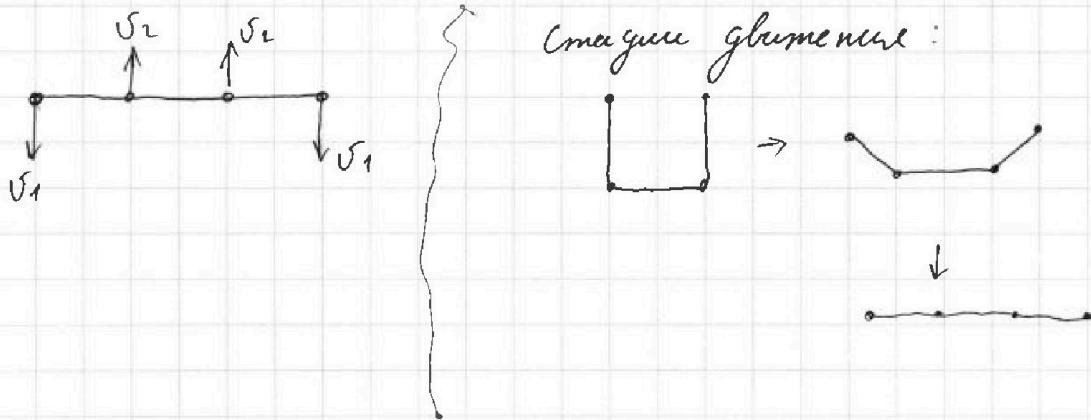
$$F_2 = \frac{Kq^2}{b^2}$$

$$F_1 = \frac{Kq^2}{(\sqrt{2}b)^2} = \frac{Kq^2}{2b^2}$$

Система в равновесии \Rightarrow

$$\Rightarrow T = F_2 + F_1 \cdot \cos\theta = \frac{Kq^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{Kq^2}{2b^2} = \frac{Kq^2}{b^2} \cdot \left(\frac{4+\sqrt{2}}{4} \right)$$

2) В силу симметрии и неравномерности массы,
скорости шаров, когда они на одной линии



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!

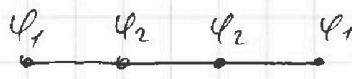
ЗСИ gives system $m\omega_2 - 2m\omega_1 = 0 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \omega_1 = \omega_2$

ЗСИ $W_{\text{п}} \text{ в начале} = 4\left(\frac{q\varphi_0}{2}\right)$

$$\varphi_2 = \frac{2kq}{b} + \frac{kq}{\sqrt{2}b} \quad (\text{сумма потенциалов
текущих источников})$$

$$W_{\text{п1}} = 2 \cdot \frac{q^2 K}{b} / \left(2 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right) = \frac{q^2 K}{b} \cdot (4 + \sqrt{2})$$

$W_{\text{п2}}$, когда все заряды на пружине



$$\varphi_1 = \frac{kq}{b} + \frac{kq}{2b} + \frac{kq}{3b}$$

$$\varphi_2 = 2 \frac{kq}{b} + \frac{kq}{2b}$$

$$W_{\text{п2}} = \left(\frac{\varphi_1 q}{2}\right) \cdot 2 + \left(\frac{\varphi_2 q}{2}\right) \cdot 2 = q(\varphi_1 + \varphi_2) = \frac{Kq^2}{b} \cdot \left(2 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{3}\right)$$

$$= \frac{Kq^2}{b} \left(4 + \frac{1}{3}\right) = \frac{13}{3} \frac{Kq^2}{b}$$

W_K - кинет.энергия в конце: $\frac{4mv_1^2}{2}$

ЗСИ: $W_{\text{п1}} = W_K + W_{\text{п2}}$

$$\frac{q^2 K}{b} \cdot (4 + \sqrt{2}) = 2mv_1^2 + \frac{13}{3} \frac{Kq^2}{b}$$

$$v_1^2 = \frac{q^2 K}{mb} \left(\frac{12 + 3\sqrt{2} - 13}{6} \right) = \left(\frac{3\sqrt{2} - 1}{6} \right) \frac{q^2 K}{mb}$$