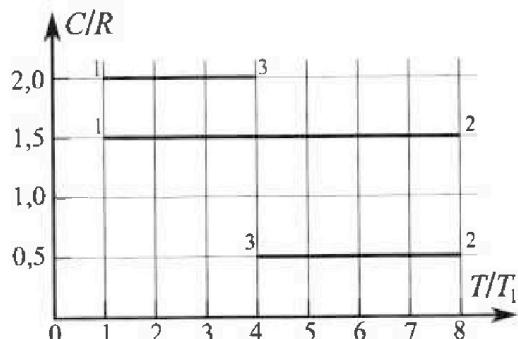


**Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023**

Вариант 10-02

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

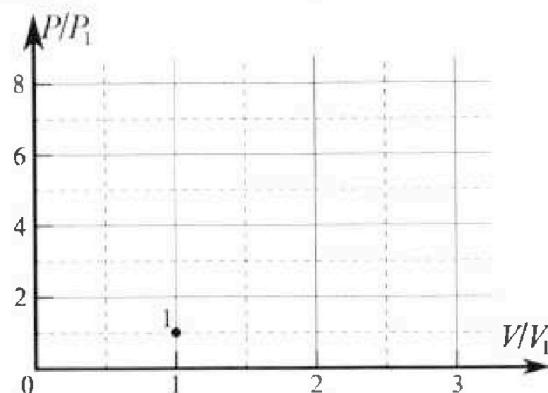
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1(см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).



1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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 a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

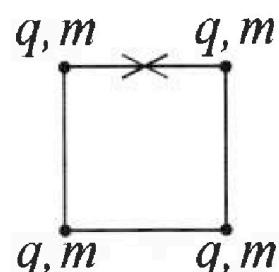
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

Одну нить пережигают.

2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

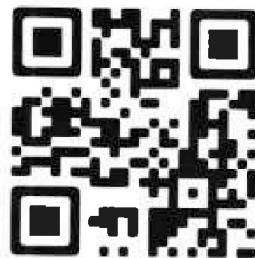
3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Электрическая постоянная ϵ_0 . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023



Вариант 10-02

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

1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол $\alpha = 45^\circ$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

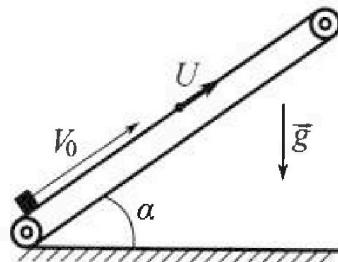
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью V_0 к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна $H = 3,6$ м.

2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α такой, что $\sin \alpha = 0,6$ (см. рис.). В первом опыте небольшую коробку ставят на покояющуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 6$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = 0,5$. Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью $U = 1$ м/с, и сообщают коробке скорость $V_0 = 6$ м/с (см. рис.).

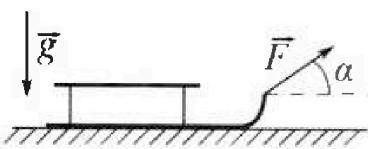
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

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!

Dано:

$$\alpha = 45^\circ$$

$$L = 20 \text{ м}$$

$$H = 3,6 \text{ м}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

V?

S?

N1

$$t = \sqrt{\frac{v_0^2 \sin^2(\alpha)}{g}}$$

$$t = \sqrt{\frac{2v_0}{g} \sin(2\alpha)}$$

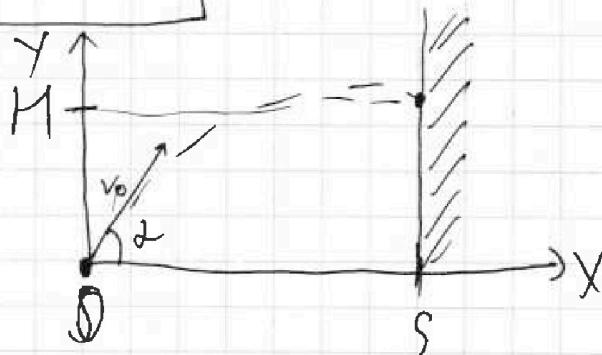
$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cos(\alpha) t \\ y(t) = v_0 \sin(\alpha) t - \frac{gt^2}{2} \end{cases} \geq 0$$

$$t = \frac{2v_0 \sin(\alpha)}{g} - j \cdot k \quad t \neq 0$$

$$S = \frac{v_0^2 \sin(\alpha) \cos(\alpha)}{g} = \frac{v_0^2}{g} \sin(2\alpha)$$

$$V_C = \sqrt{\frac{gL}{\sin(2\alpha)}} = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$V_C = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$$y(t) = v_0 \sin(\alpha) t - \frac{gt^2}{2}$$

$$x(t) = v_0 \cos(\alpha) t = t s$$

t - момент соудара о стекло

t - момент падения камня

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

$$t_1 = \frac{s}{v_0 \cdot \cos(\omega)}$$

$$y(tg(\omega)t) = s \cdot \tan(\omega) - \frac{g s^2}{2 v_0^2} (1 + \tan^2(\omega))$$

$$y(tg(\omega)t) = -\tan^2(\omega) \left(\frac{g s^2}{v_0^2} \right) + s \tan(\omega) - \frac{g s^2}{v_0^2} t^2 \approx \frac{g s^2}{v_0^2} t^2$$

Найдём макс. $y(tg(\omega))$

$$\tan(\omega)_{\max} = \frac{s \cdot v_0^2}{g s^2} = \frac{v_0^2}{g s} = \frac{L}{s \sin(\omega)} = \frac{L}{s}$$

$\tan(\omega)$ при котором $y(tg(\omega))$ будет макс

Тогда

$$y(\tan(\omega)_{\max}) = H = -\frac{g L^2}{v_0^2} + L - \frac{g s^2}{v_0^2}$$

$$H = L - 0,5L - \frac{s^2}{2L}$$

$$s = \sqrt{2(0,5L - H)} = \sqrt{40 \cdot 6,4} \quad m =$$

$$= \sqrt{2^2 \cdot 8^2} \quad m = 16 \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } v_0 = 10\sqrt{2} \text{ м/с; } s = 16 \text{ м}$$



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!

Dati:

$$\sin(\alpha) = 0,6$$

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$M = 0,5$$

$$T = 1 \text{ с}$$

$$\mu = 0,4$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

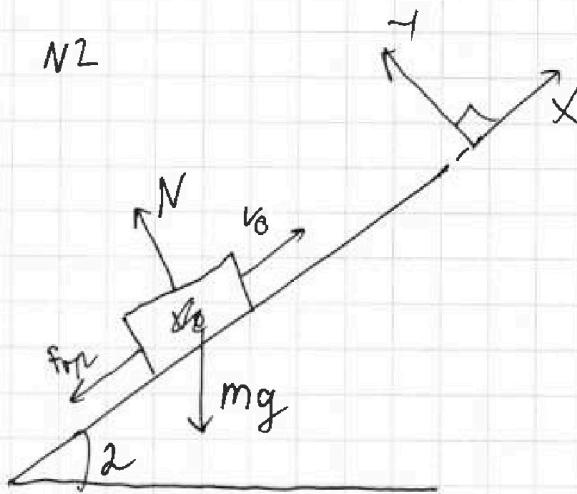
$$S - ?$$

$$T_1 - ?$$

$$L - ?$$

1)

N2



Рассмотрим силы, действующие на тело

Запишем II з.з. для тела:

$$Y: N = Mg \cdot \cos(\alpha)$$

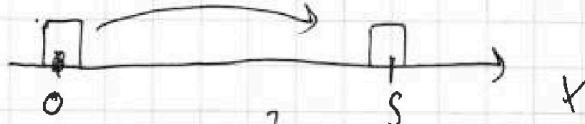
$$X: Ma_x = -F_r - Mg \cdot \sin(\alpha)$$

$$F_r = \mu N$$

a_x - ускорение тела в проекции на X.

$$Ma_x = -\mu Mg (\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))$$

через время T



$$v(t) = v_0 t + a_x \frac{t^2}{2} - \text{если } t \leq \frac{v_0}{-a_x}$$

$$s(t) = v_0 t + a_x \frac{t^3}{3} = \left(6 - 10(0,6 \cdot 0,4) \cdot \frac{t^3}{3}\right)$$

или $s(t) = 6 - 10(0,6 \cdot 0,4) \cdot \frac{t^3}{3}$



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 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

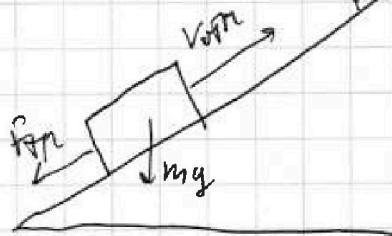
МФТИ.

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

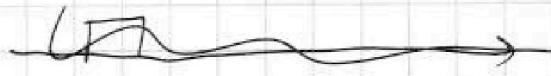
2) Перейдём в С.О. от ленты
 $V_{\text{атм}} = V_0 - v = 5 \text{ м/с}$ — скорость груза
 атм. ленты

$V_{\text{атм}} = V - v = 0 \text{ м/с}$ — скорость через
 время T_1 от ленты

v^0 — через время T_1



В этой С.О. на тело будут действовать такие же силы как и на нём в прошлом случае (но рассматриваем интервал времени до установки в этой С.О.), тогда

$$a_x = -\gamma g (\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha)).$$


тогда $v_x(t) = v_{0x} + a_x t$ — проекция скорости тела на ось x в с.о. отм. ленты

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"/> |

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

МФТИ

$s_2 = 0,16 \text{ м}$ - замедление, при этом
чуть боли пройдет против
направления оси x , а
затем $s_6 = s_6 - s_2 = 1,64 \text{ м}$

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!

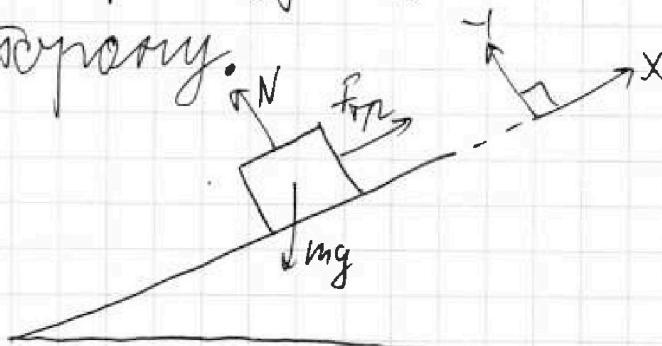
Найдем время с остановкой
после T_0 .

$$V_0 + a_x T_0 = 0 \Rightarrow T_0 = \frac{-V_0}{a_x} = \frac{V_0}{g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))} = 0,6 \text{ с.}$$

Найдем расстояние за это время:

$$S_1 = \frac{-V_0^2}{2a_x} = \frac{V_0^2}{2g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))} = 1,8 \text{ м}$$

Теперь будем двигаться в
другую сторону.



$a_{x1} = g \cdot f \quad \text{и} \quad \text{здесь же}$

$$\left\{ \begin{array}{l} X: m a_{x1} = F_{Fr} - mg \cdot \sin(\alpha) \\ Y: N = mg \cos(\alpha) \end{array} \right.$$

$$F_{Fr} = \mu N$$

$$\downarrow \quad a_{x1} = g(\cos(\alpha) - \mu \sin(\alpha))$$

$$S_2 = -a_{x1} \frac{(T - T_0)^2}{2} = \text{найдем расстояние}$$

время от T_0 до 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 |
| <input type="checkbox"/> | <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

$$x(T_1) = v_0 T_1 + a_x \frac{T_1^2}{2} = v_0 T_1 - g(\cos(\alpha) \cdot M + \sin(\alpha)) \frac{T_1^2}{2} =$$
$$= (3,6 - 5 \cdot 0,25) \text{ м} \approx 1,45 \text{ м}$$

При $L = x(T_1) + s_x = 1,45 \text{ м}$

$L = 1,25 \text{ м}$

~~Движение № 1~~

~~Зависимость времени остановки тела от~~

$$v_0 + a_x T_0 = 0 \Rightarrow T_0 = \frac{v_0}{-a_x} = 0,6 \text{ с.}$$

~~координаты~~

Остает: $T_1 = 0,5 \text{ с}$; $L_1 = 1,25 \text{ м}$

$$s = 1,64 \text{ м}$$



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 |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

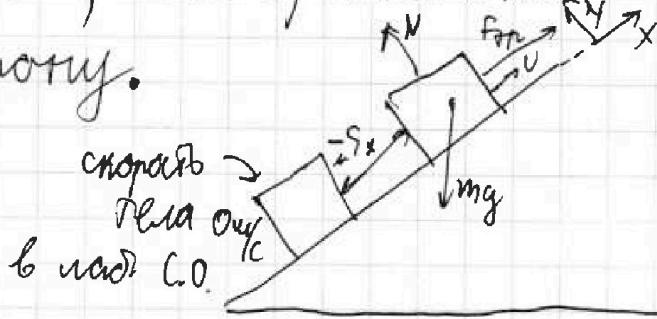
МФТИ

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

$$v_{x(T_1)} = (v_0 - v) - g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha)) T_1 = 0 \text{ м/с}$$

$$T_1 = \frac{v_0 - v}{g(\sin(\alpha) + \mu \cos(\alpha))} = 0,5 \text{ с}$$

Следовательно время промежуточного времени
 T_1 на рельсе будет действовать в сила
трения, направленной в другую
сторону.



Тогда в зависимости от угла α и коэффициента трения

$$\begin{cases} N = mg \cos(\alpha) - \text{такой же} \\ ma_x = F_{fr} - mg \sin(\alpha) = \text{такой же} \\ F_{fr} = \mu N \end{cases}$$

$$a_{x_1} = +g(\mu \cos(\alpha) - \sin(\alpha))$$

В лабораторной С.О. скорость

рельса в этот момент равна v , тогда

$$\text{т. } s_x = \frac{v^2}{2a_{x_1}} = -0,5 \text{ м}$$

Начиная координату рельса в
над. С.О. в момент времени T_1

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!

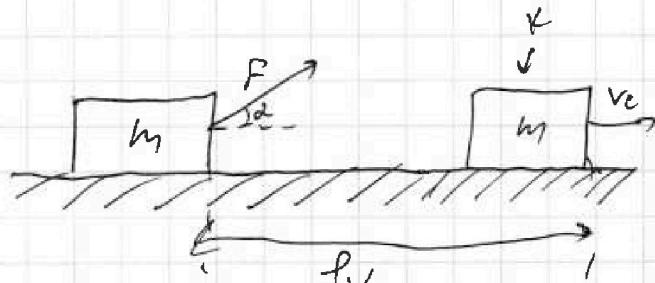
N3

дано:
 g, K, m, α, F

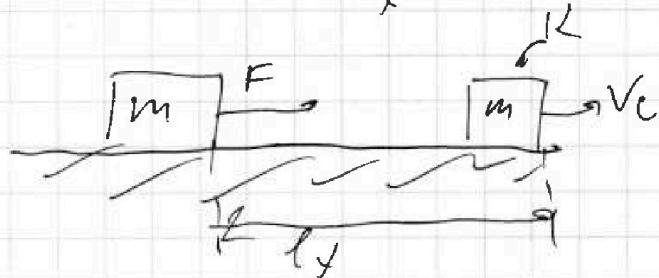
$M - ?$

$S - ?$

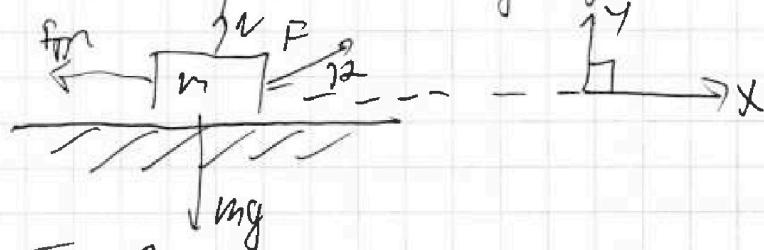
1)



2)



Данная ситуация 1:



Из сл. №1

$$X: N = mg - F \sin(\alpha)$$

$$f_x = \mu N = \mu(mg - F \sin(\alpha))$$

$$A_{F_1} = F \cdot l_x \cdot \cos(\alpha) - \mu \cdot l_x \cdot \sin(\alpha) \text{ сила } F$$

$$A_{\text{тр}} = -M(mg + F \sin(\alpha)) \cdot l_x - \mu \cdot l_x \cdot \sin(\alpha) \text{ сила трения}$$

$$E_0 = 0 \text{ (начальная энергия) } T = K + U$$

$$K = A_{F_1} + A_{\text{тр}} = F l_x (\cos(\alpha) + \mu \sin(\alpha)) - \mu m g l_x$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

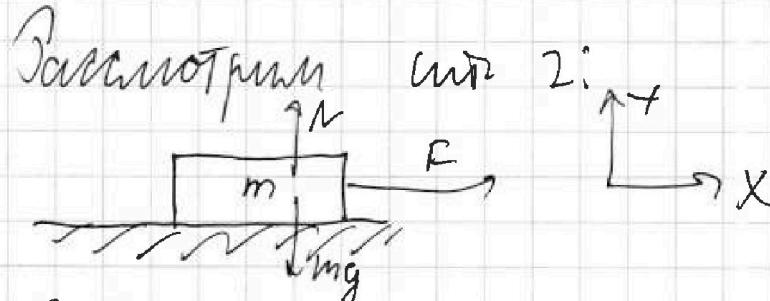
решение которой представлено на странице:

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



Из 3. ЗАДАЧИ ДЛЯ ТЕЛА:

$$Y: \quad N = mg$$

$$f_{Fr} = \mu N = \mu mg$$

$$A_{Fx} = F - f_{Fr} - \mu mg \quad \text{или} \quad F$$

$$A_{Fy} = -\mu mg \quad \text{или} \quad \mu mg \quad \text{или} \quad \mu mg \quad \text{или} \quad \mu mg$$

$$S_K = A_{Fx} + A_{Fy} = F - f_{Fr} - \mu mg$$

$$S_K = F \cos(\alpha) - \mu mg \cos(\alpha)$$

научено из индексации I

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

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

$$K = \frac{mv_0^2}{2} - \text{но определяется из 2-й теории}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{2K}{m}} - \text{скорость синхрон}$$

переворотывающий момент всегда
меньше критической $\geq 200 \text{ K}$



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!

Составил 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7



Запишем в 3, сл.

$$\begin{aligned} x: \quad & \left\{ \begin{array}{l} m a_x = F_N \\ N = mg \end{array} \right. \Rightarrow a_x = +g \\ y: \quad & F_N = \mu N \end{aligned}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2 a_x} = \frac{k}{m a_x} \geq \frac{k L}{\mu m g}$$

$$\text{Ответ: } M_{\text{пл}} = \frac{1 - \cos(\alpha)}{\sin(\alpha)}$$

$$S = \frac{k L}{\mu m g}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

Найдём зависимость $P(V)$ для
газ-раб $1 \rightarrow 2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 1$

$$\frac{1}{V} = \frac{P}{P_1 V_1 + \frac{dP}{dV}} \Rightarrow V \frac{dP}{dV} = P$$

$$\frac{dV}{\sqrt{V}} = \frac{dP}{P} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2}{V_1}$$

$$\begin{cases} P_1 V_1 = JRT_1 \\ P_2 V_2 = JRT_2 \end{cases} - \text{ур. const. для } T_1 \text{ и } T_2$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} = \sqrt{\frac{1}{8}} \Rightarrow V_2 = \sqrt{8} V_1$$
$$P_2 = \frac{\sqrt{8}}{8} P_1$$

Условие: $\frac{dP}{dV} \neq 0$ при $V = \sqrt{8} V_1$
 $[P_1, V_1; T_1, 1] \rightarrow [\sqrt{8} P_1, \sqrt{8} V_1; T_2]$

$$0 = \frac{P}{P_1 V_1 + \frac{dP}{dV}} \Rightarrow \frac{dP}{dV} \rightarrow \infty \Rightarrow V = \text{const.}$$

$$\begin{cases} P_2 V_2 = JRT_2 \\ P_3 V_3 = JRT_3 \end{cases} \Rightarrow \frac{P_3}{P_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{1}{2}$$

Условие: $\frac{dP}{dV} \neq 0$ при $V = 2 V_1$
 $[P_2, V_2; T_2] \rightarrow [\sqrt{8} P_1, \sqrt{8} V_1; T_3]$



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!

$$Q_{23} = -0,5 \cdot 4 \cdot R T = -20 R T = -4 \cdot 831 R m =$$

= -2524 J/mk - я вондрал зготув

1) $\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}}$ процесс идет с потиском
Температур.

$$\eta = \frac{Q_{12} + Q_{23} + Q_{31}}{Q_{12}} = \frac{14451 - 9942 - 2524}{14451}$$

$$= \frac{4955}{14451} \approx 3,51 \quad \begin{array}{r} 10 \\ 4440 \\ 2524 \\ \hline 4955 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9942 \\ 14451 \\ \hline 4955 \end{array}$$

$$\approx 30\%$$

Отв: $\eta = 30\%$

$$\begin{array}{r} 10 \\ 4440 \\ 2524 \\ \hline 4955 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9942 \\ 14451 \\ \hline 4955 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 3 \\ 14865 \\ 14865 \\ \hline 19995 \\ 5885 \end{array} \quad \begin{array}{r} 9942 \\ 14451 \\ 14865 \\ 25860 \\ \hline 4955 \\ 3,51 \end{array}$$

$$100 \quad | \quad 3,51$$

$$\left\{ \frac{dU}{dV} = \frac{dU + PdV}{dU + dP} = \frac{\frac{3}{2} \cdot R \cdot dT + \frac{\partial U}{\partial V} \cdot PdV}{dU + PdV} = \frac{3}{2} + \frac{PdV}{dU + PdV} \right.$$

$$PV = J \cdot R T - \text{ур. сила}$$

$$\Downarrow \quad \frac{dU}{dV} = \frac{3}{2} + \frac{PdV}{dU + PdV}$$

$$\Downarrow \quad PdV + VdP = J \cdot R T \Rightarrow \boxed{dU = PdV + VdP}$$

$$\frac{dU}{dV} = \frac{3}{2} + \frac{PdV}{PdV + VdP} = \frac{3}{2} + \frac{P}{P + V \cdot \frac{dP}{dV}}$$



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!

N⁴

$Q = \int_{T_1}^{T_2} C dT$ - теплоста, подведенная
к телу. Тю $3CT - Q = 4\text{жт}$ -
теплоста бывшему час
занески, что $\int C dT \leq \text{константа}$
под условиями (T) , тогда:

$$Q_{32} = Q_1 - 3T_1 \cdot 2R \cdot J = -6 \cdot 831 \cdot 200 \text{ дж} = \\ = -12 \cdot 831 \text{ дж} = (8310 + 1662) \text{ дж} = -9972 \text{ дж}$$

~~Подана~~ к теплоста идет со знаком
плюсиком. Радиодиод температура уменьшалась
в процессе.

Найдем тепло, подведенное при
уменьшении темп. в 1-2 к телу:

$$Q_{12} = 7T \cdot 1,5 R \cdot J = 10,5 JT = \\ = 10,5 \cdot 200 \cdot 831 \text{ дж} = 21 \cdot 831 \text{ дж} = \\ = (16620 + 831) \text{ дж} = 17451 \text{ дж} - \text{знако} \\ \text{плюсиком в конце процесса радиодиод
увеличивалась}$$



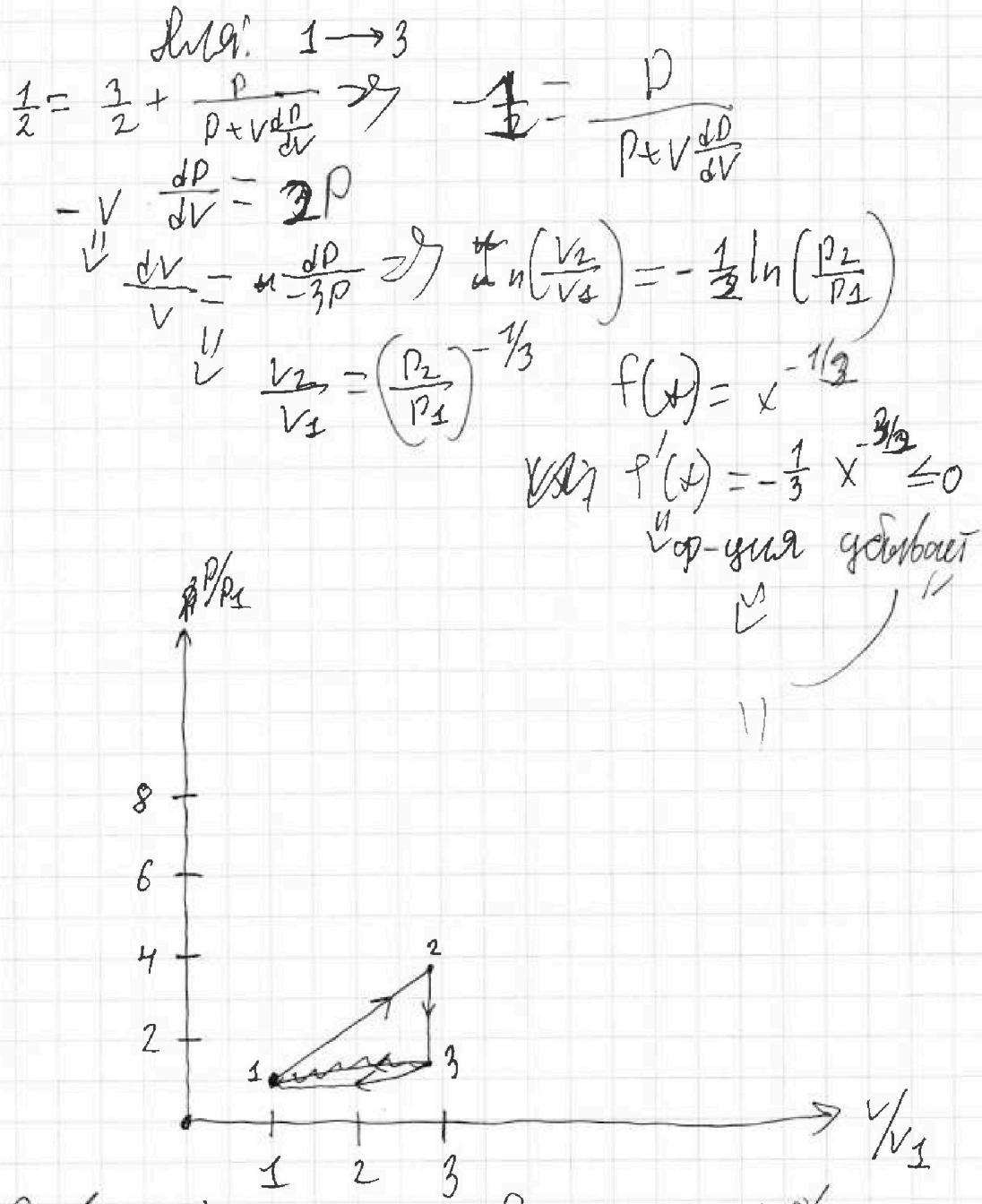
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Ответы: $\Delta A_{12} = 99 \text{ кг дж}; \eta = 30\%$
 ~ Упреждение - это - и $3 \rightarrow 1$ - не правильный
 ~ в сжатие от $2 \rightarrow 1$ и $2 \rightarrow 3$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

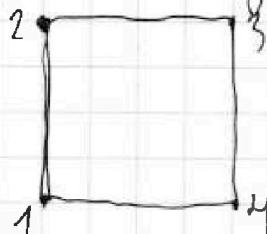
решение которой представлено на странице:

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

2) Найдите потенциальную энергию
 W_2 каждого из зарядов: (найдем
для 2)



$$W_2 = W_{12} + W_{23} + W_{34}$$

W_{12} - потенциальная энергия 2

Всего F_2 - результатуя

$$W_2 = W_{12} + W_{23} + W_{34}$$

W_{ij} - потенциальная энергия взаимо-
действия зарядов i и j .

$$W_{12} = W_{23} = \frac{kq^2}{d} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 d}$$

$$W_{24} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 \sqrt{2} \cdot a}$$

$$W_2 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) = \frac{(1+\sqrt{2})q^2}{8\pi\epsilon_0 a}$$

Заметим, что картина симм

етр. четырех изображена, а значит

энергия всех зарядов

одинакова



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

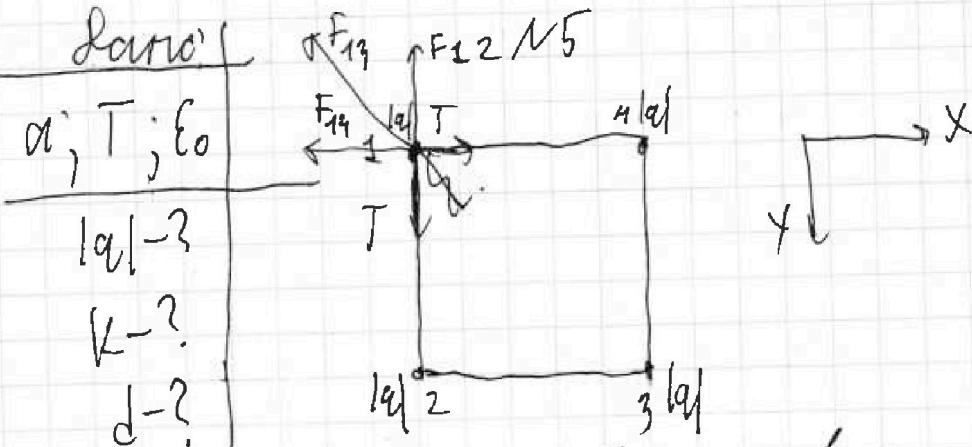
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



F_{xy} - это Кулоновского
взаимодействия между зарядами

x и y (или протягиванием)

$$|\vec{F}_{12}| = |\vec{F}_{13}| = \frac{|qa|^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot a^2}$$

$$|\vec{F}_{14}| = \frac{|qa|^2}{4\pi\epsilon_0 \cdot 2a^2} = \frac{|qa|^2}{8\pi\epsilon_0 a^2}$$

Заменим $\sqrt{3+2}$ на $\sqrt{6}$

$$\sqrt{3+2} = \sqrt{1+\frac{\sqrt{2}}{2}} |qa|^2$$

$$\therefore T = \frac{|qa|^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{\sqrt{2}|qa|^2}{16\pi\epsilon_0 a^2} - \text{на оси } X$$

$$16\pi\epsilon_0 a^2 T = |qa|^2 (4 + \sqrt{2})$$

$$\boxed{|qa| = \sqrt{\frac{16\pi\epsilon_0 a^2 T}{4 + \sqrt{2}}}}$$



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 type="checkbox"/> 4 | <input checked="" 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!

$$W_{\text{лит}} = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = 2a\bar{t} \left(\frac{52}{3(4+\sqrt{2})} \right) = \frac{104a\bar{t}}{3(4+\sqrt{2})}$$

Так как $a\bar{t}$ неизвестно, то
мы можем вспомнить что,

$$W_{\text{лит}} + K_{\text{лит}} = E - 3C$$

$K_{\text{лит}} = 4K_m - K_m$. Энергия системы

K_m - энергия первого модального колебания

$$K_m = \frac{-104 + 24(4+\sqrt{2})}{12(4+\sqrt{2})} a\bar{t} = \frac{24\sqrt{2}-8}{12(4+\sqrt{2})} a\bar{t} =$$

$$= \frac{6\sqrt{2}-2}{3(4+\sqrt{2})} a\bar{t}$$

$$K_m = a\bar{t} \boxed{\frac{6\sqrt{2}-2}{3(4+\sqrt{2})}}$$



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

МФТИ

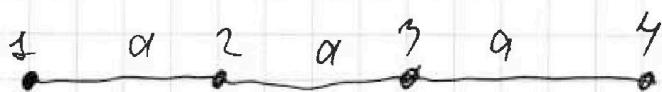
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Заметим, что в машинке со спорами движутся шариков равног о⁴, а значит $V_m = 0$. Найдем первую степень симметрии шариков, б) машинки когда они движутся вправо

$$E2 W_1 + V_m = 4W_2 + V_m = \frac{2(1+\sqrt{2})aT}{24\pi\epsilon_0 a} q^2 =$$

$$= \frac{8(1+\sqrt{2})aT}{(4+\sqrt{2})} = 8aT$$

Найдем пер. степени симметрии шариков когда они движутся на $\frac{1}{10}$ шага.



Заметим, что $W_1 = W_3$; $W_2 = W_4$

W_i — пер. энергия i -го шарика

$$W_1 = W_3 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} \right) = \frac{11q^2}{24\pi\epsilon_0 a} =$$

$$= \frac{22aT}{3(4+\sqrt{2})}$$

$$W_2 = W_4 = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a} \left(2 + \frac{1}{2} \right) = \frac{5815aTq^2}{8\pi\epsilon_0 a} =$$

$$= \frac{10aT}{4+\sqrt{2}}$$



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!