

Олимпиада «Физтех» по физике,

февраль 2023

$$8 \cdot 3 = \frac{3 \cdot 3 - 9}{2^4} = \frac{9 - 9}{16} = 0,3125$$

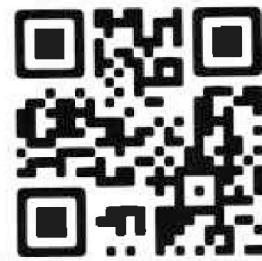
$$8,31 \cdot 3 = 24,93 \cdot 1,125 = 27,33$$

$$8,31 \cdot 3 = 24,93 \cdot 1,125 = 27,33$$

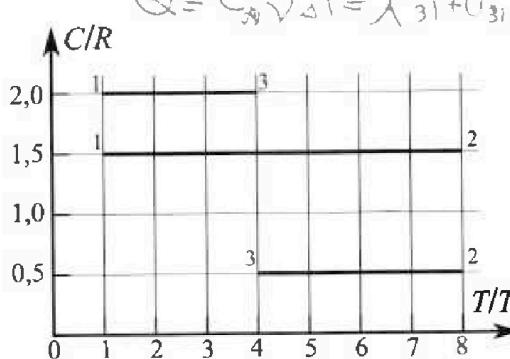
$$\frac{5}{20} = \frac{1}{4} = 0,25$$

$$\frac{5}{2} < \frac{5}{4} < \frac{5}{3}$$

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



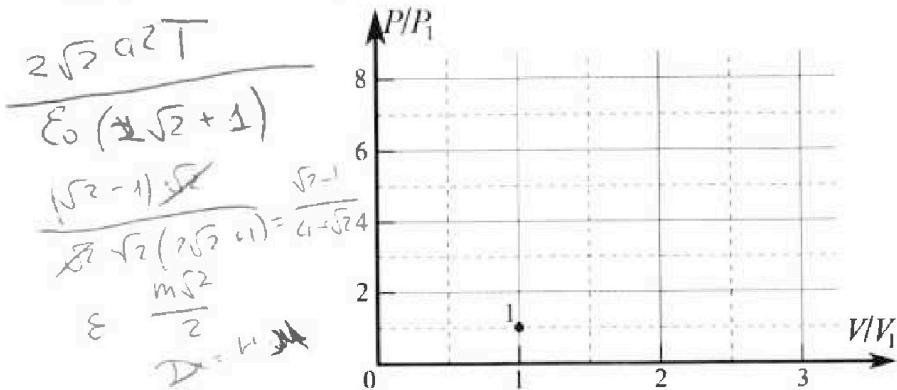
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (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. $A_{31} = -A_{13} = -6 + 4,5 = -1,5$

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.



$$C = C_0 \sqrt{2T}$$

$$P = \frac{V}{RT}$$

$$P = \frac{VR}{V_1}$$

$$P = \frac{\sqrt{RT_1}}{\sqrt{V_1}}$$

$$\frac{P}{P_1} = \frac{\sqrt{RT_1}}{\sqrt{V_1}} = \frac{V_1}{\sqrt{V_1}}$$

$$= \frac{T_1}{V_1} \cdot \frac{V_1}{\sqrt{V_1}}$$

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 .

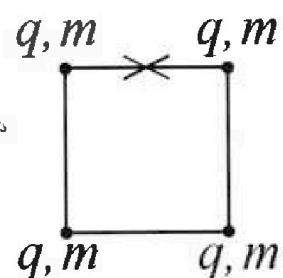
1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика.

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.



$$\text{как } G \text{ для гранич.}$$

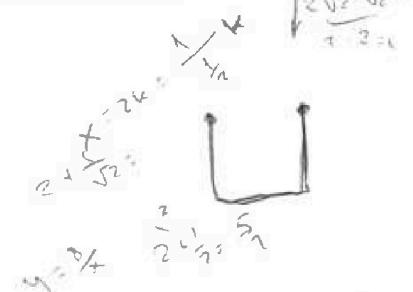
$$\frac{2\sqrt{2}q^2}{a^2} - \frac{5}{2} =$$

$$\frac{5}{2} \left(\frac{2\sqrt{2} + 1}{2} - 5 \right) =$$

$$\frac{9 + \sqrt{2} - 5}{2} = \frac{\sqrt{2} - 1}{2} > 0$$

$$G \frac{q^2}{a^2} = \frac{F}{a}$$

$$F = \frac{G q^2}{a^2}$$





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.

4) 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?

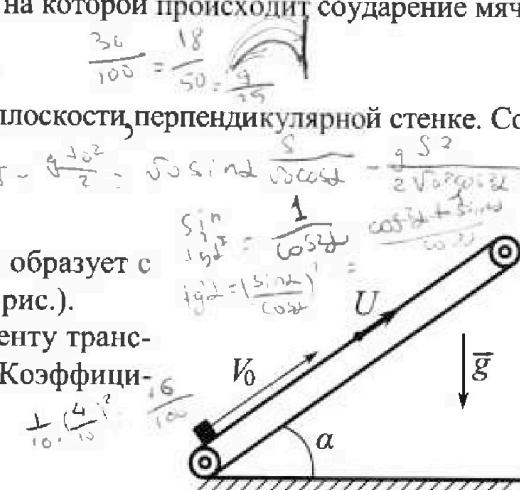
Уск орение свободного падения $g = 10 \text{ м/с}^2$. Мяч движется в плоскости, перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

$$S = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + v_0^2 \sin^2 \alpha} = \sqrt{v_0^2 (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha)} = \sqrt{v_0^2} = v_0$$

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 покоящуюся 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 $U = 1 \text{ м/с}$?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль *во втором опыте*? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

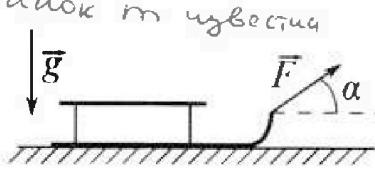
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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

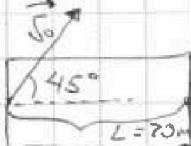
МФТИ

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

$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$

$$2) \vec{F}_B \cdot \vec{q}_x = 0, \quad S_{0x} = \text{const} = 250 \cos 45^\circ$$

$$L = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{5^2 + 5^2} = \sqrt{50} \text{ m}, \text{ angle } 45^\circ \text{ from } x\text{-axis. Span between houses}$$



тено, брон. под ущелии к Югу, наимен.
по параболе.

$y = \text{беск} \rightarrow x$

Ans: $\sqrt{y} = \sqrt{y_0} = \sqrt{0} \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{y_0}}{\sqrt{2}}$

$$v_{1y} = v_0 y = v_0 \sin 45^\circ = \frac{v_0}{\sqrt{2}}$$

$$2t < 0$$

$$\text{Beispiel: } \text{Gp. e gl. 2: } \ddot{y} = \ddot{y}_0 - g t = \frac{\ddot{y}_0}{\omega^2} - g t$$

$$f_y(t_2) = \frac{v_{f2}}{g} - g + z = 0$$

Время, в котором наст. ф. выше параллельно

$$\frac{v_1}{v_2} = g + z$$

$$\frac{\frac{v_0}{\sqrt{2g}}}{\frac{v_0}{\sqrt{2g}}} = t_2 \Rightarrow t_{05} = 2t_2 = \frac{\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{2g}}}{\frac{v_0}{\sqrt{2g}}} = \frac{\sqrt{2}\frac{v_0}{\sqrt{2g}}}{\frac{v_0}{\sqrt{2g}}} \rightarrow 60$$

$$L = \frac{S_0}{S_0} \cdot \frac{S_0 \cdot S_0}{g} = \frac{S_0^2}{g} \Rightarrow S_0 = \sqrt{gL} = \sqrt{200} = \sqrt{4 \cdot 50} = 2\sqrt{50} = 2\sqrt{25 \cdot 2} = 2 \cdot 5 \sqrt{2} = 10\sqrt{2}$$

2)



$$S = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \theta + v_0^2 \sin^2 \theta} = \sqrt{v_0^2 (\cos^2 \theta + \sin^2 \theta)} = v_0$$

$$y(t) = \sqrt{5} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow \sqrt{5} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) - \frac{g \cos \theta_0}{R} = H \quad \text{②}$$

$$f \delta^{-2} t \left(\frac{2\sqrt{t} \sin(\pi t/100)}{g} + \frac{24}{g} \right) = 0$$

$$\textcircled{1} \textcircled{2}: \text{ sind } \overline{\cos \alpha} = -\frac{1}{2} \cdot \sqrt{3} \cos^2 \alpha =$$

$$= S \cdot g \cdot t - \frac{g S^2}{2\sqrt{2} \cdot ? \cdot \cos^2 \theta}$$

$$S = \text{const} +$$

Н-макс. высота. Наибольшую ком. она имеет, с помощью промежуточной:

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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

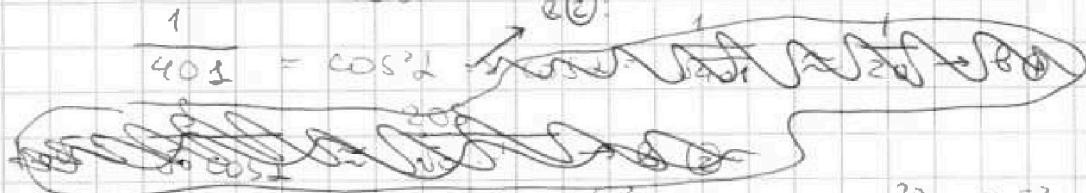
$$\begin{aligned}
 & \text{Задача } 1 \\
 & \left(S + g \frac{S^2}{2 \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} \right) = (tg \alpha)^2 \cdot S - \frac{-2 \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha} \cdot g S^2}{4 \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} = \\
 & = \frac{S}{\cos^2 \alpha} - \frac{2 \sqrt{g^2 S^2 \cdot 2 \cos \alpha \sin \alpha}}{4 \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} = \\
 & = \frac{S}{\cos^2 \alpha} - \frac{\cancel{\sin \alpha} g S^2}{\sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} \\
 & f'(\alpha) = 0: \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha g S^2}{\sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} \quad \cos \alpha \neq 0 \\
 & \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin \alpha g}{\sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} \\
 & 1 = \frac{\sin \alpha g}{\sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} = \frac{g + g \alpha}{\sqrt{g^2}} \\
 & \sqrt{g^2} = g + g \alpha \\
 & \alpha = \frac{g \alpha}{g} = \frac{g L}{g} = L = 20
 \end{aligned}$$

$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1 \rightarrow \text{окр. уравн. } 20 \cdot g \cdot 1 \cdot \cos^2 \alpha$$

$$1 + \tan^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$401 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

л.д.:



$$401 \approx 400 \quad \frac{S}{\sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} - \frac{g - S^2}{2 \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 \sqrt{g^2 \cos^2 \alpha}} \cdot \frac{401}{1} :$$

$$20S - \frac{g S^2 401}{2 \sqrt{g^2}} = H$$

$$20S - \frac{g \cdot S^2 401}{2 \cdot g L} = 20S - \frac{401 S^2}{2 L} = H \quad | \cdot 2L$$

$$401 S L - 401 S^2 - 2 L H = 0 \quad | : 401$$

$$\frac{401}{401} S L - S^2 - \frac{2 L H}{401} = 0 \quad | \cdot (-1)$$

$$S^2 - \frac{401}{401} S L + \frac{2 L H}{401} = 0 \quad \left. \right\}$$

$$401 \approx 400 \quad \frac{L H}{200} = 0$$



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"/> |

МФТИ.

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

№1 (окончание решения)

$$S^2 - S \cdot \frac{L}{10} + \frac{L^2}{200} = 0$$

$$S^2 - S \cdot 2 + \frac{4}{200} = 0$$

$$S^2 - 2S + \frac{9}{25} = 0$$

$$D = 4 - 4 \cdot \frac{9}{25} = 4 \cdot \left(1 - \frac{9}{25}\right) = 4 \cdot \frac{16}{25} = \frac{4 \cdot 16}{25} \Rightarrow \sqrt{D} = \frac{2 \cdot 4}{5} = \frac{8}{5}$$

$$S = \frac{2 \pm \frac{8}{5}}{2}$$

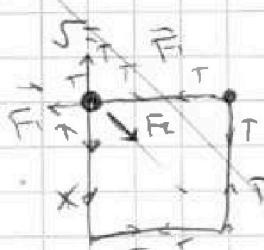
$$S = \frac{2 + \frac{8}{5}}{2} = \frac{\frac{18}{5}}{2} = 1,8 \text{ м}$$

$$S = \frac{2 - \frac{8}{5}}{2} = \frac{-\frac{2}{5}}{2} = \frac{1}{5} \text{ м} = 0,2 \text{ м}$$

Ответ: 1) $S_0 = \sqrt{200} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 14,1 \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) $S = 1,8 \text{ м}$ или $S = 0,2 \text{ м}$

~~Составляющие нароста звено числа - первые~~



$$F = \epsilon_0 \frac{q^2}{R^2}$$

$$F = \frac{G m m}{r^2}$$

$$Ox: F_2 \cos 45^\circ - F_1 = T$$

$$F_1 = \frac{\epsilon_0 q^2}{a^2}$$

$$F_2 = \frac{\epsilon_0 q^2}{(\sqrt{2}a)^2} = \frac{\epsilon_0 q^2}{2a^2}$$

$$F_2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} = \frac{\epsilon_0 q^2}{2\sqrt{2}a^2} + \frac{\epsilon_0 q^2}{a^2}$$

$$\epsilon = \frac{1}{2\sqrt{2} + 1} = \frac{2\sqrt{2} + 1}{2\sqrt{2}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

Ex 2 (nagano per m⁻³)

2) $\Sigma F_x = ma \Rightarrow F_{rp} - mg \sin \theta = ma$

0x $ma = F_{rp} + mg \sin \theta = F_{rp} + \frac{3}{5}mg$

0y: $N = mg \cos \theta = \frac{4}{5}mg$

$F_{rp} = \mu N = \frac{2}{5}mg$

$\Rightarrow ma = \frac{4}{5}mg + \frac{3}{5}mg$

$a = g \left(\frac{4}{5}\mu + \frac{3}{5} \right)$

$= g \left(\frac{4}{5} \cdot \frac{1}{2} + \frac{3}{5} \right) = g \left(\frac{2}{5} + \frac{3}{5} \right) = g$

$\boxed{a=g}$

$$s_2 = \tilde{s}_2 = s_0 - a t = s_0 - g t$$

menos ocorrência de momento Bp. t.: $\theta = 50 - gt$.

$$t = \frac{\sqrt{5}}{5} \sqrt{J} = \frac{6}{10} < T$$

g my to Terra = my to go Oct + my to believe me now, always - I go

$$S_1 = \frac{S_0 F}{2a} = \frac{S_0 z}{2g}$$

ob parvo (noice cellulose hamp.) + eins Syge ge. T-f. = 0,9c

$$Ox: m a_2 = mg \sin \alpha - F_{Tp2} = \frac{3}{5} mg - F_{Tp2}$$

$$Oy: N_2 = mg \cos \alpha = \frac{4mg}{5}$$

$$F_{Tp2}: \mu N_2 = \frac{1}{2} \frac{4mg}{5} = \frac{2mg}{5}$$

$$m a_z = \frac{5}{5} m g - \frac{3}{3} m g = \frac{2}{5} m g$$

$$a_z = \frac{\frac{2}{5} m g}{m} = \frac{2}{5} g$$

$$S_z = \frac{a_z (T-t_1)^2}{2} = \frac{\frac{2}{5} g (T-t_1)^2}{2} = \frac{g (T-t_1)^2}{10}$$

$$S_z = \frac{g(1-f_1)}{2} = \frac{g(1-f_1)}{10}$$

$$T - t_1 = \frac{\omega}{\pi} - \frac{50}{g} = \frac{Tg - 50}{g} \Rightarrow (T - t_1)^2 = \frac{(Tg - 50)^2}{g^2}$$

$$S_2 = \frac{g}{10} - \frac{\sqrt{(Tg - 50)^2}}{9x} = \frac{(Tg - 50)^2}{10g}$$

$$S_{05} = S_1 + S_2 : \frac{S_0^2}{2g} + \frac{(Tg - S_0)^2}{10g} = \frac{6^2}{20} + \frac{(10-6)^2}{100} =$$

$$= \frac{36^{15}}{100} + \frac{16^{12}}{100} = \frac{363636}{100} - \frac{68}{100} = \underline{\underline{356756}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



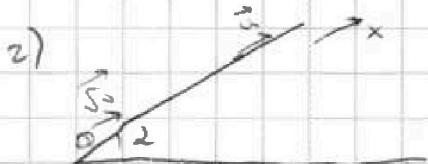
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

МФТИ

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

$\sqrt{S_2}$ (окончание проекции рис-2)

ак отм. 3, есть интерес к ср



$$\vec{S}_3 = \vec{v} + \vec{u}$$

ак отм. ленты + транспортер
 $\vec{O}x \cdot \vec{S}_3 = \vec{S} + \vec{u}$

нам нужно найти +длжно проехать

на ср x , т.к. тепло dv . Время же (это модуль этой
проекции и будет модулем скорости)
 $\sqrt{S_3} = \sqrt{v+u}$

нас интересует момент, когда $\sqrt{S_3} = u$:

$u = \sqrt{v+u} \Rightarrow \sqrt{v} = 0$ т.е. момент остановки тела.
Обозначим это t_1 (независимо от n)

(О "лента м." / время при переходе в CO содр)



аналогично $n=1$ $a=g$

$$\sqrt{x(t)} = \sqrt{S_0 - vt - at^2} = \sqrt{S_0 - vt - g t^2}$$

$$\sqrt{x(t_1)} - \sqrt{x(0)} = 0$$

$$\Rightarrow \sqrt{S_0 - vt_1 - g t_1^2} = 0 \quad \frac{\sqrt{S_0 - u}}{g} = \frac{6-1}{10} = \frac{5}{10} = 0,5 \text{ с}$$

$$3) \quad \vec{S}_3 = 0 \Rightarrow \vec{S} = -\vec{u}$$



ост. Отм. ленты + транспортера

проходит на расстоянии S_1 от v спрот

$$S_1 = \frac{(S_0 - u)^2 - 0}{2g} = \frac{(S_0 - u)^2}{2g}$$

уско в CO "лента", дублирует +запаска, как в $n=1$
при спуске (она нужна по тем же формулам)
м.е.

$$S_2 = \frac{u^2 - 0}{2g} = \frac{5u^2}{2g}$$

$$L_{\text{спр}} = S_1 - S_2 = \frac{(S_0 - u)^2}{2g} - \frac{5u^2}{2g} = \frac{(S_0 - u)^2 - 5u^2}{2g} = \frac{(6-1)^2 - 5 \cdot 1^2}{20} =$$

избыточное из приближения

избыточное из приближения

обратно

$$= \frac{5^2 - 5}{20} = \frac{25 - 5}{20} = \frac{20}{20} = 1 \text{ м}$$

Ответ: 1) $S_0 = 1,96 \text{ м}$ 2) $t_1 = 0,5 \text{ с}$ 3) $L = 1 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

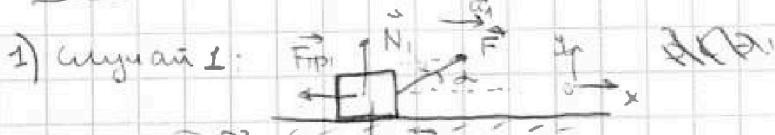


- | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|

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

МФТИ

№3 (чертеж реш -а)



$$K = \frac{m\omega^2}{2} \Rightarrow \text{В с 1 и 2 одинак. разгоном } g_0 \text{ одинак. скорости}$$

Og: $N_1 + F \sin \alpha_1 = mg \Rightarrow N_1 = mg - F \sin \alpha_1$

$$\text{OX: } m a_1 = F \cos \alpha_1 - F_{\text{тр1}} \Rightarrow F_{\text{тр1}} = \mu N_1 = \mu mg - \mu F \sin \alpha_1$$

$$\Rightarrow m a_1 = F \cos \alpha_1 - \mu mg + \mu F \sin \alpha_1$$

$$a_1 = \frac{F \cos \alpha_1 - \mu mg + \mu F \sin \alpha_1}{m}$$



Og: $N_2 = mg \Rightarrow F_{\text{тр2}} = \mu N_2 = \mu mg$

OX: $m a_2 = F - F_{\text{тр2}} = F - \mu mg$

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

но учи-во $S_1 = S_2$ (нужн. = перенес. этиого состояния $E_k = K$ равнос.)
решение го м-к же в приведенном виде

$$S_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2} \quad || \Rightarrow a_1 t_1^2 = a_2 t_2^2 \quad (1)$$

где оно равнос. в каком ли. (из гр-и $a_i = \text{const}$) $\Rightarrow S_1 = a_1 t_1^2$

$$|| S_2 = a_2 t_2^2$$

как в момент б) состояния $E_k = K$ в каком ли.

$$\text{и } (1) \quad \sqrt{S_1} = \sqrt{S_2} \Rightarrow a_1 t_1 = a_2 t_2 \Rightarrow \text{БД}$$

$$(a_1 t_1) \cdot t_1 = (a_2 t_2) \cdot t_2 \Rightarrow t_1 = t_2 \Rightarrow \text{БД}$$

$$a_1 t_1^2 = a_2 t_2^2 \Rightarrow a_1 = a_2 \quad (2)$$

но сравнив (2) получ. упр-я для a_1 и a_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 checked="" type="checkbox"/> | <input 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!

МФТИ

№3 (зачтывается решение)

$$\frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m} = \frac{F - \mu mg}{m} \quad (m)$$

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

$$F \cos \alpha + \mu F \sin \alpha = F \quad (F \neq 0 \text{ (иначе тем бы не
всегда)})$$

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

$$\mu \sin \alpha = 1 - \cos \alpha$$

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

движение от скорости S ($= S_1 = S_2$) до 0:

$$2) \begin{array}{c} \vec{F_{\text{тр}}}_3 \\ \downarrow N_3 \\ \text{---} \\ \text{---} \\ \text{---} \end{array} \quad \begin{array}{l} N_3 \\ \parallel \alpha_3 \\ \parallel \text{---} \\ \parallel \text{---} \\ \parallel \text{---} \end{array} \quad \begin{array}{l} OY \\ N_3 = mg \Rightarrow F_{\text{тр}}_3 = N_3 \mu = \mu mg \\ OX: a_3 = m = F_{\text{тр}}_3 \end{array} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow m a_3 = \mu mg$$

$$a_3 = \mu g$$

$$S = \frac{\sqrt{s^2 - \alpha_3^2}}{2 a_3} = \frac{\sqrt{s^2}}{2 \mu g} = \frac{s \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{2 g (1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{находим } \sqrt{s^2}: K = \frac{m \sqrt{s^2}}{2} \Rightarrow$$

$$2 K = m s^2$$

$$s^2 = \frac{2 K}{m}$$

$$\Rightarrow S = \frac{2 K \sin \alpha}{2 m g (1 - \cos \alpha)} = \frac{K \sin \alpha}{m g (1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{суммируем: 1) } \mu = \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$

$$2) S = \frac{K \sin \alpha}{m g (1 - \cos \alpha)}$$

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!

524 (продолжение решения)

$$z-3. Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23} = \frac{R\sqrt{2}}{2} (T_3 - T_2) = \frac{R\sqrt{2}}{2} (4T_1 - 8T_1) = \\ = \frac{R\sqrt{2}}{2} (-4T_1) = -2\sqrt{2}RT_1$$

$$\Delta U_{23} = U_3 - U_2 = \frac{3}{2} \sqrt{2} R (T_3 - T_2) = \frac{3}{2} \sqrt{2} R \cdot (-4T_1) = -6\sqrt{2} RT_1$$

$$Q_{23} = A'_{23} + \Delta U_{23}$$

$$-2\sqrt{2}RT_1 = A'_{23} \quad \cancel{-6\sqrt{2}RT_1}$$

$$4\sqrt{2}RT_1 = A'_{23}$$

$$A'_{23} = 4\sqrt{2}RT_1$$

$$\eta = \frac{A'_{23} \cdot 100\%}{\text{Диспуч}} \quad \text{100\%}$$

$$A'_{23} = A''_{23} + A'_{31} = 0 + 4\sqrt{2}RT_1 - 1,5\sqrt{2}RT_1 = 2,5\sqrt{2}RT_1 = \frac{5\sqrt{2}RT_1}{2}$$

$$Q_{12} = \frac{2\sqrt{2}RT_1}{2} > 0 \quad | \Rightarrow \text{тепло раб. получает только на} \\ Q_{23} = -2\sqrt{2}RT_1 < 0 \quad | \quad \text{уничтожение} \Rightarrow Q_{12} = \frac{2\sqrt{2}RT_1}{2} \\ Q_{31} = -6\sqrt{2}RT_1 < 0 \quad | \quad \text{уничтожение}$$

$$\Rightarrow \underline{\eta} = \left(\frac{5\sqrt{2}RT_1}{2} : \frac{2\sqrt{2}RT_1}{2} \right) \cdot \frac{100\%}{0,007} = \left(\frac{5}{2} \cdot \frac{2}{2\sqrt{2}} \right) = \frac{5}{2\sqrt{2}} \cdot 100\%$$

м.е. η чуть меньше 25%

$$3) PV = \sqrt{RT} \Rightarrow p = \frac{\sqrt{RT}}{V} \quad ①$$

$$p_1 = \frac{\sqrt{RT_1}}{V_1} \quad ②$$

$$① : ② : \frac{p}{p_1} = \frac{\sqrt{RT}}{\sqrt{RT_1}} \cdot \frac{V_1}{V} = \frac{T}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V} \Rightarrow \frac{p}{p_1} \left(\frac{V}{V_1} \right) =$$

-изотермично

$$6 \text{ m. } ②: \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V_2}$$

$$\frac{p_2}{p_1} = 8 \cdot \frac{V_1}{V_2} \quad \text{8-ая пропорция} \quad \frac{p_2}{p_1} = 8 \cdot \frac{1}{\frac{V_2}{V_1}}$$



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!

№4 (написано реш-я)

1) $A_{31} = -A'_{31}$, где A'_{31} - работа тока в процессе 3-4

$$1 \xrightarrow{\text{из}} 3-\text{й} \Delta T: Q_{31} = A'_{31} + U_{31} \quad (1)$$

также от напр. ток в 3-4

$$Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31} = 4R \cdot T_1 = 3T_1 - \text{из } 3\text{-го}$$

изменение температуры

изменение температуры

$$Q_{31} = 2R \Delta T = 6 \Delta RT \quad (2)$$

$$\Delta U_{31} = U_1 - U_3 = \frac{1}{2} \Delta RT_1 - \frac{1}{2} \Delta RT_3 = \frac{1}{2} \Delta R (T_1 - T_3) =$$

$$= \frac{1}{2} \Delta R (-9T_1 + T_1) = -\frac{1}{2} \Delta R \cdot 8T_1 \quad \Rightarrow \Delta U_{31} = -\frac{3}{2} \Delta R \cdot 3T_1 =$$

$$i = 3 \text{ м.р. ток оговаривается из ус.} \quad = -\frac{9}{2} \Delta RT_1 = -4,5 \Delta RT_1$$

(3)

$$(2) \text{ и } (3) \text{ в } (1): -6 \Delta RT_1 = A'_{31} \rightarrow 4,5 \Delta RT_1$$

$$A'_{31} = 4,5 \Delta RT_1 \Leftrightarrow$$

$$\Rightarrow A_{31} = -A'_{31} = -(-4,5 \Delta RT_1) = +\frac{3}{2} \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 200 =$$

$$= +300 \cdot 8,31 = +2493 \text{ Д*}$$

A'_{31} - суммарная

$$2) n = \frac{Q_{31}}{Q_{\text{общ}}} \cdot 100\%$$

участок 3-3 был рассмотрен, 1-2 и 2-3 рассмотрены

$$1-2: Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} = \frac{3R}{2} \Delta (8T_1 - T_1) = \frac{3R}{2} \Delta 7T_1 =$$

$$= \frac{21 \Delta RT_1}{2}$$

$$\Delta U_{12} = U_2 - U_1 = \frac{3}{2} \Delta RT_2 - \frac{3}{2} \Delta RT_1 = \frac{3}{2} \Delta R (8T_1 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} \Delta R \cdot 7T_1 = \frac{21 \Delta RT_1}{2}$$

$$A'_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 0$$



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 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!

№4 (окончание решения)

~~Решение задачи №4~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

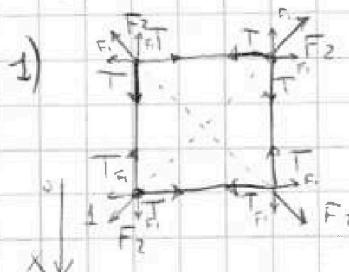
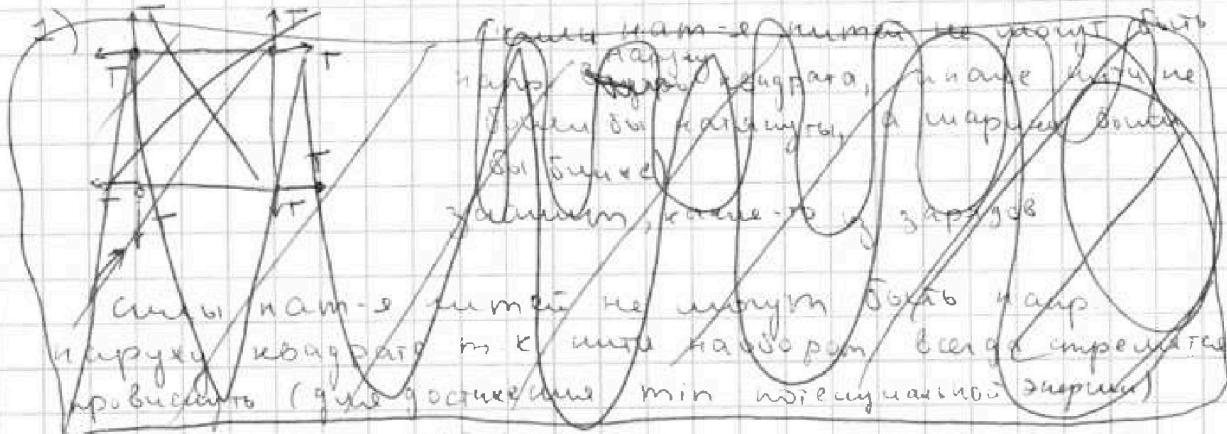


- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

$\Sigma^2 = 5$ (написано ручкой)



F_2 - сила от между вершинами, стоящими на диагональных ребрах

F_1 - сила от между вершинами на одинаковых ребрах

запишем УР между 1 и 8 проекции на

$$\text{для } X: F_1 + F_2 \cos 45^\circ = T$$

$$F_1 = \epsilon_0 \frac{q^2}{a^2}, F_2 = \epsilon_0 \frac{q^2}{(\sqrt{2}a)^2} = \epsilon_0 \frac{q^2}{2a^2}$$

и для Y : $\epsilon_0 \frac{q^2}{a^2} + \epsilon_0 \frac{q^2}{2\sqrt{2}a^2} = \epsilon_0 \frac{q^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) =$



и для Z : $\epsilon_0 \frac{q^2}{a^2} + \epsilon_0 \frac{q^2}{2\sqrt{2}a^2} = \epsilon_0 \frac{q^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) =$

\Rightarrow

$$\Rightarrow T = \epsilon_0 \frac{q^2}{a^2} + \epsilon_0 \frac{q^2}{2\sqrt{2}a^2} = \epsilon_0 \frac{q^2}{a^2} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}}\right) = \\ = \epsilon_0 \frac{q^2}{a^2} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}}\right) = \frac{\epsilon_0 q^2 (2\sqrt{2}+1)}{2\sqrt{2}a^2}$$

$$2\sqrt{2}a^2 T = \epsilon_0 q^2 (2\sqrt{2}+1)$$

$$|q| = \sqrt{\frac{2\sqrt{2}a^2 T}{\epsilon_0 (2\sqrt{2}+1)}} = a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}T}{\epsilon_0 (2\sqrt{2}+1)}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

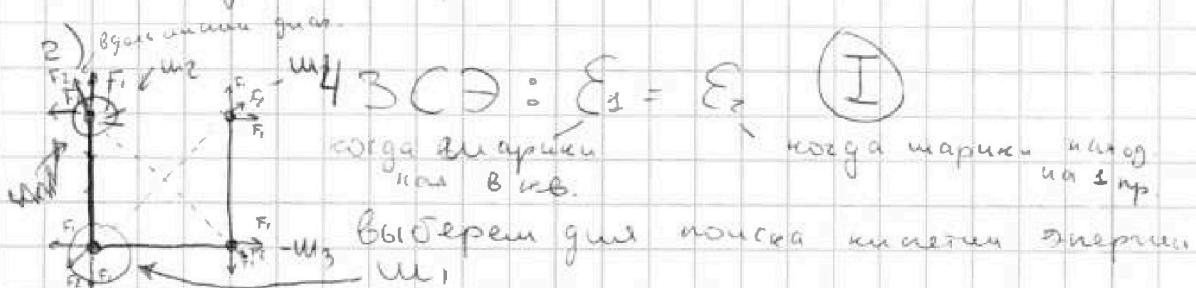
- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/>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

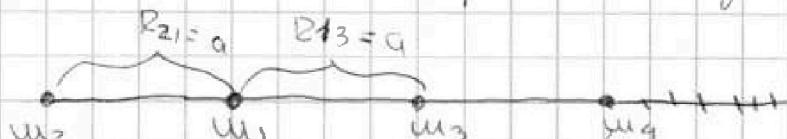
№ 5 (продолжение реш-я)



$$\begin{aligned} E_1 : E_1 &= \frac{\epsilon_0 q^2}{a} + \frac{\epsilon_0 q^2}{a} + \frac{\epsilon_0 q^2}{\sqrt{2}a} = \\ &= \frac{\epsilon_0 q^2}{a} \left(1+1+\frac{1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{\epsilon_0 q^2}{a} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right) = \frac{\epsilon_0 q^2 (2\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}a} \quad (1) \end{aligned}$$

$$E_1 \cdot E_2 = K + E_{21} + E_{13} + E_{14}$$

Энергии взаимод. с 2, 3, 4 и. с. одинаковы



$$\begin{aligned} E_{21} &= \frac{\epsilon_0 q^2}{a} + \frac{\epsilon_0 q^2}{a} + \frac{\epsilon_0 q^2}{2a} + K = \frac{\epsilon_0 q^2}{a} \left(2 + \frac{1}{2} \right) = \frac{5 \epsilon_0 q^2}{2a} \\ &\quad // \quad // \quad // \\ E_{21} & \quad E_{13} \quad E_{14} \end{aligned} \quad (2)$$

$$(1) + (2) \quad 2(I) : \frac{\epsilon_0 q^2 (2\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}a} = \frac{5 \epsilon_0 q^2}{2a} + K$$

$$K = \frac{\epsilon_0 q^2 (2\sqrt{2}+1)}{\sqrt{2}a} - \frac{5 \epsilon_0 q^2}{2a} = \frac{\epsilon_0 q^2}{a} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} - \frac{5}{2} \right) =$$

$$= \frac{\epsilon_0 q^2}{a} \left(\frac{(2\sqrt{2}+1)\sqrt{2}}{2} - \frac{5}{2} \right) = \frac{\epsilon_0 q^2}{2a} (4 + \sqrt{2} - 5) = \frac{\epsilon_0 q^2 (\sqrt{2}-1)}{2a} =$$

$$= \frac{\epsilon_0 (\sqrt{2}-1)}{2a} \cdot \frac{2\sqrt{2} a T}{(\sqrt{2}+1)} = \frac{(\sqrt{2}-1) \sqrt{2} a T}{2\sqrt{2}+1} = \frac{(2-\sqrt{2}) a T}{2\sqrt{2}+1}$$

$$\text{Ответ: 1) } |q| = a \sqrt{\frac{2\sqrt{2}T}{\epsilon_0 (2\sqrt{2}+1)}} \quad 2) K = \frac{(2-\sqrt{2}) a T}{2\sqrt{2}+1}$$