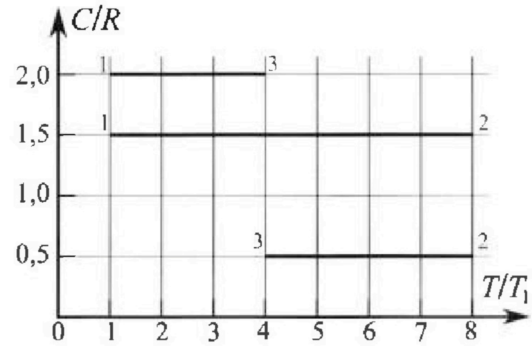
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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

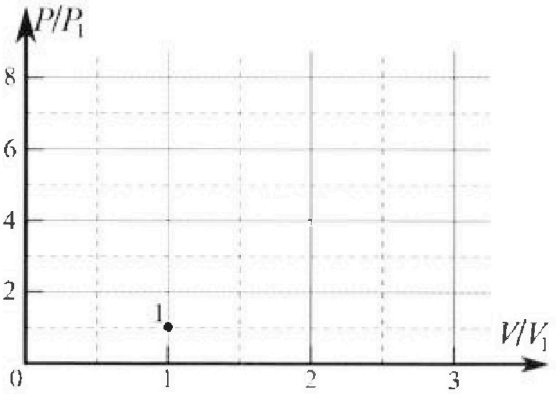
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1(см.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



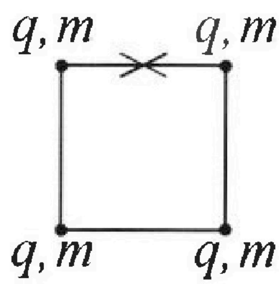
1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.

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 как ом 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 $\alpha = 45^0$ с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета $L = 20$ м.

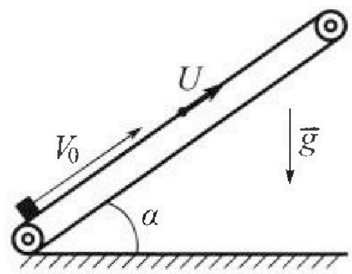
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с^2. 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 *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.



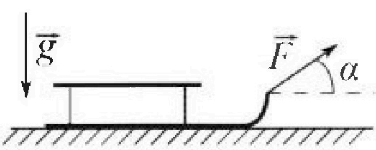
1) Какой путь S пройдет коробка в первом опыте к моменту времени $T = 1$ с?

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 к акое 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/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 [X] 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!

1. 

$$\begin{cases} x = \vartheta_0 \cos\alpha\, \tau \\ y = \vartheta_0 \sin\alpha\, \tau - \frac{g\tau^2}{2} \end{cases}$$ τ - момент времени от пинка.

$\Rightarrow L = \vartheta_0 \cos\alpha\, \tau_1$, где τ_1 из симметричности параболической траектории отн вершины ($\vartheta_y = 0$) $\tau_1 = 2\frac{\vartheta_0 \sin\alpha}{g}$

ϑ_y - проекция ϑ_0 на Oy.

$\Rightarrow L = 2\vartheta_0^2 \sin\alpha\cos\alpha \cdot \frac{1}{g} = \frac{\vartheta_0^2 \sin 2\alpha}{g} \Rightarrow \vartheta_0 = 10\sqrt{2}$

Пусть стенка на расстоянии S от старта и мяч ударяется на высоте H.
(кидаем под произвольным углом φ).

Пусть это произошло через τ_2:

$$\begin{cases} \vartheta_0 \cos\varphi\, \tau_2 = S \\ \vartheta_0 \sin\varphi\, \tau_2 - \frac{g\tau_2^2}{2} = H \end{cases} \Rightarrow \tau_2 = \frac{S}{\vartheta_0\cos\varphi}$$

не смотреть

$\cancel{\vartheta_0 \sin\varphi \cdot \frac{S}{\vartheta_0\cos\varphi} - \frac{gS^2}{2\vartheta_0^2\cos^2\varphi} = H}$

$\cancel{H = \operatorname{tg}\varphi\, S - \frac{gS^2}{2\vartheta_0^2\cos^2\varphi}}$

~~Рассмотрим данную ф-цию, $H(\vartheta_0)$, где φ - параметр.~~

~~$\Rightarrow$ квадратичная ф-ция с a (коэф при ϑ_0)~~

При $\vartheta_0 \sin\varphi \frac{S}{\vartheta_0\cos\varphi} - \frac{gS^2}{2\vartheta_0^2\cos^2\varphi} = H$

$S\operatorname{tg}\varphi - \frac{gS^2}{2\vartheta_0^2\cos^2\varphi} = H$ $\quad H(\cos^2\varphi)$

Рассмотрим данную ф-цию как ~~$H(S)$~~, где $\vartheta_0 = const$, где ϑ_0 и $S = const$, ось направления

Пусть $\cos^2\varphi = k$ ($k>0$), для удобства, так же $\operatorname{tg}\varphi = \sqrt{\frac{\sin^2\varphi}{\cos^2\varphi}} = \sqrt{\frac{1-\cos^2\varphi}{\cos^2\varphi}}$

$0<\varphi<90 \Rightarrow \sin, \cos, \operatorname{tg} > 0$

$$S\sqrt{\frac{1-k}{k}} - \frac{gS^2}{2\vartheta_0^2 k} = H$$

$$S\sqrt{\frac{1-k}{k}} = H + \frac{gS^2}{2\vartheta_0^2 k} \quad \Big| :S$$

$$\sqrt{\frac{1-k}{k}} = \frac{H}{S} + \frac{gS}{2\vartheta_0^2 k} \qquad \text{Пусть } \frac{H}{S} = a \quad \frac{gS}{2\vartheta_0^2} = b$$

$$\sqrt{\frac{1-k}{k}} = a + \frac{b}{k} \qquad a, b, k > 0$$

$$\frac{1-k}{k} = a^2 + \frac{b^2}{k^2} + \frac{2ab}{k} \quad \Big| \cdot k^2 \quad (k \neq 0)$$

$$k - k^2 = a^2k^2 + b^2 + 2abk$$

$$(a^2+1)k^2 + k\cdot(2ab-1) + b^2 = 0 \qquad \text{при } \max(H) \text{ и } const\ S,\ a - \max\ (ba^2 - \max)$$

$$k = \frac{1 - 2ab \pm \sqrt{4a^2b^2 - 4ab + 1 - 4b^2a^2 - 4b^2}}{2a^2+2}$$

$$k = \frac{1 - 2ab \pm \sqrt{-4b^2 - 4ab + 1}}{2a^2+2}$$

$-4b^2-4ab+1\geq 0$ и одно из корней (хотя бы) $\frac{1-2ab\pm\sqrt{\ }}{2a^2+2}\geq 0$

отн. a:

$4ab \le 1-4b^2$ ($4b>0$ т.к. $b=\frac{gS}{2v_0^2}>0$)

$a \le \frac{1}{4b}-b$

$a \le \frac{v_0^2}{2gS}-\frac{gS}{2v_0^2}$

$a \le \frac{v_0^4-g^2S^2}{2gSv_0^2}$ ~~будем надеяться, что оно больше нуля~~

т.к. в числителе $-(2ab-1)\pm\sqrt{(2ab-1)^2-4(a^2+1)\cdot b^2}$, где корень явно меньше другого слагаемого по модулю, чтобы $x\geq 0$

как минимум ~~$2ab-1 \geq 0$~~ $1-2ab\geq 0$

$1-2ab\geq 0$

~~$\frac{H}{S}=\frac{gS}{2v_0^2}=\frac{1}{2} \Rightarrow v_0^2=Hg \quad v_0=\sqrt{Hg}=6$ м/с~~

~~$\cos^2\varphi=\frac{\sqrt{-4b^2-4ab+1}}{2a^2+2} \quad \cos^2\varphi=\cos^2\varphi=\frac{\sqrt{-4b^2-4ab+1}}{2a^2+2}$~~

~~$2ab-1=0$~~

~~$-4ab+2=0$~~

~~$\cos^2\varphi\neq\frac{\sqrt{4b^2-1}}{2a^2+2}$~~

~~$\Rightarrow$ Допущение, что $\cos\varphi\neq 0$ не верно~~ ~~на странице~~

~~$\Rightarrow a\le\frac{1}{2b}$ (что подходит для подкоренного ≥ 0) т.к. ООЗ на корень.~~

$a\le\frac{1}{2b}$ (и т.к. ООЗ:)

$\Rightarrow a_{max}=\frac{1}{4b}-b$

~~$\frac{2v_0^2}{gS}$~~ $\frac{H}{S}=\frac{v_0^2}{2gS}-\frac{gS}{2v_0^2}$ $\mid\cdot S$

$H=\frac{v_0^2}{2g}-\frac{gS^2}{2v_0^2}$

$\frac{gS^2}{2v_0^2}=\frac{v_0^2}{2g}-H$

$S^2=\frac{\frac{v_0^2}{2g}-H}{\frac{g}{2v_0^2}}$ ($S>0$)

$S=\sqrt{6{,}4\cdot 40}$

$S=16$ м

Ответ: $10\sqrt{2}$ и 16 м

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

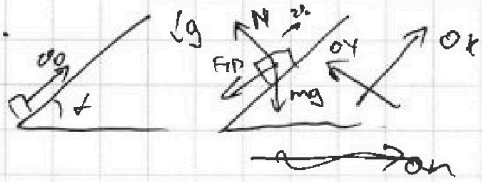
1 2 3 4 5 6 7

[ ] 1 [x] 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!

2.



Ox:

$ma = -\mu N - mg\sin\alpha$

Oy:

$0 = N - mg\cos\alpha$

$\Rightarrow N = mg\cos\alpha$

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

До полной остановки ($v = 0$) проехал S за время T:

$S = v_0 T - \frac{T^2}{2}\cdot(\mu g\cos\alpha + g\sin\alpha)$

Если $\alpha < 90^\circ$: $\cos\alpha = \sqrt{1-\sin\alpha} = \sqrt{1-0{,}36} = 0{,}8$

Т.к. итоговая скорость = 0:

$v_0 = (\mu g\cos\alpha + g\sin\alpha)\cdot T$

$T = \frac{v_0}{\mu g\cos\alpha + g\sin\alpha}$

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

$S = \frac{v_0^2}{2(\mu g\cos\alpha + g\sin\alpha)}$ $\quad S = \frac{36}{2\cdot 10\cdot(0{,}5\cdot 0{,}8 + 0{,}6)} = 1{,}8$ м.

Для времени $T = 1$ с:

$S = v_0 T - \frac{aT^2}{2}$

$S = 6 - \frac{10(0{,}5\cdot 0{,}8 + 0{,}6)}{2}$

$S = 1$ м (~~в загеренутом я случайно проверил чтобы это ещё~~

Если $\alpha \in [0, \frac{\pi}{2}]$ $\Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-\sin^2\alpha}$ $\Rightarrow \cos\alpha = \sqrt{1-0{,}6^2} = 0{,}8$

Во втором опыте коробка перестанет скользить в ход вверх в этот момент и a поменяет

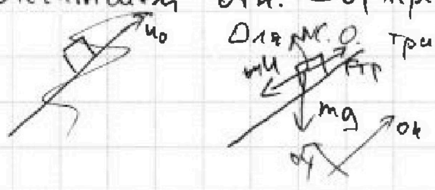
Относит. скорость (отн. траспортёра)

$(v_0 - u) = aT_1$

$T_1 = \frac{5}{10} = 0{,}5$ с.

Обратится в ноль $\Rightarrow$ отн. траспортёра станет $= -u_0$

Отсчитываем отн. $= 0$ (перемещение вниз)



Для м.с.о. транспортёр

Пусть новое ускорение $= a_1$ (по мод, так и a)

Ox: $-ma_1 = -mg\sin\alpha + \mu N$

Oy: $0 = N - mg\cos\alpha$

$a_1 = g\sin\alpha - \mu g\cos\alpha$

Отсчитываем от отн $= 0$:

перемещ. вниз $\Delta S = \frac{a_1 T_2^2}{2}$, где T_2 - время от

$u = a_1 T_2$

$T_2 = \frac{u}{a_1}$ $\Rightarrow \Delta S = \frac{u^2}{2a_1} = \frac{1}{2\cdot 10(0{,}6 - 0{,}5\cdot 0{,}8)} = \frac{1}{4}$ м

а до отн. $= 0$ пусто прошёл S:

$S = (v_0 - u)T_1 - \frac{aT_1^2}{2}$ $\quad S = 5\cdot 0{,}5 - \frac{10\cdot 0{,}5^2}{2} = 1{,}25$ м

$\Rightarrow L = S - \Delta S = 1$ м $\quad$ Ответ: 1 м. 0,5 с.; 1 м.

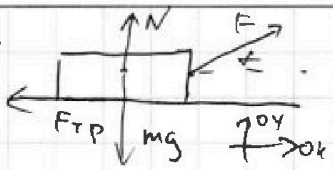
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☒ 4 ☐ 5 ☐ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

3.



* Считаем что горизонтальное направление F – это α=0 в ф-ле:
* Считаем, что санки не опрокидываются

ox:

$ma = F\cos\alpha - F_{тр}$ $\qquad F_{тр} = \mu N$

$\Rightarrow a = \dfrac{F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)}{m}$ oy:

$0 = N + F\sin\alpha - mg \qquad N = mg - F\sin\alpha$ (при $\alpha = 0$ $F\sin\alpha = 0$)

ЗСЭ для α:

$k - 0 = F\cos\alpha S_1 - \mu(mg - F\sin\alpha) S_1$ S_1 – перемещение до k.

ЗСЭ для горизонта:

$k - 0 = FS_2 - \mu mg S_2$

~~Из кинематики:~~

$S_1 = \dfrac{a_1 \cdot T_1^2}{2}$, где $a_1 T_1 = \sqrt{\dfrac{2k}{m}}$ (v≠0) $T_1^2 = \dfrac{2k}{m a_1^2}$

$\Rightarrow S_1 = \dfrac{k}{m a_1}$

~~$k = F\cos\alpha \ldots$~~

~~$k =$ Из второго~~

~~$\dfrac{k}{S_2} = F - \mu mg$~~

~~$\dfrac{m}{\sqrt{a_2}} = F - \mu mg$ где $a_2 = \dfrac{F - \mu mg}{m}$~~

Чтобы разгон был возможен

$a > 0$ *У меня сейчас закончится ручка, поэтому не удивляйтесь синему цвету

$\dfrac{F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)}{m} > 0 \qquad \dfrac{F}{m}(\cos\alpha + \sin\alpha) > \mu g \qquad \begin{cases} \mu < \dfrac{F}{mg}(\cos\alpha + \sin\alpha) \\ \mu < \dfrac{F}{mg} \end{cases}$

$\dfrac{F - \mu mg}{m} > 0 \qquad \Rightarrow \dfrac{F}{m} > \mu g$

где $\cos\alpha + \sin\alpha = \sqrt{2}\cdot(\cos\alpha \sin 45 + \sin\alpha \cos 45) = \sqrt{2}\sin(45+\alpha) < \sqrt{2}$

то было, иногда полезен

Из кинематики

$S_1 = \dfrac{a_1 T_1^2}{2}$, где $a_1 T_1 = \sqrt{\dfrac{2k}{m}} \Rightarrow T_1^2 = \dfrac{2k}{m a_1^2}$ (где a_i, S_i – ускорение и перемещение в конкретном случае)

$\Rightarrow S_1 = \dfrac{k}{m a_1}$

$S_1 = \dfrac{k}{F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)}$

$S_2 = \dfrac{k}{F - \mu mg}$

Ответ: $\begin{cases} \mu < \dfrac{F}{mg}(\cos\alpha + \sin\alpha) \\ \mu < \dfrac{F}{mg} \end{cases}$, & $\dfrac{k}{F\cos\alpha - \mu(mg - F\sin\alpha)}$, $\dfrac{k}{F - \mu mg}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

4.

1. $A_{31} = \Delta U - Q_2$

$$A_{31} = \frac{3}{2}R\cdot(\overset{T_1-3T_1}{\cancel{8T_1-2T_1}}) - C_{31}(T_1-3T_1)$$ со знаком проблемы - смотря что вы имели ввиду (3-1 или 1-3)

$$A_{31} = \left(\frac{3}{2}R - 2R\right)\cdot(T_1-3T_1)$$

$$A_{31} = \frac{1}{2}R\cdot 2T_1$$

$$A_{31} = RT_1$$

2.

$$\cancel{(8T_1-T_1)\cdot 2R} + \cancel{1{,}5R\cdot(8T_1-T_1)\,4}$$

$$\cancel{\eta = \frac{A_{газа}}{Q_н} = \frac{3}{2}(8T_1-T_1)\cdot 2R - (8T_1-T_1)\cdot 1{,}5R + \frac{3}{2}(4T_1-8T_1)\cdot 0{,}5R}$$

$$\eta = \frac{A_{газа}}{Q_н} = \frac{-\left(\frac{3}{2}R\cdot(8T_1-T_1+4T_1-8T_1+T_1-4T_1) - \overset{1{,}5R}{\cancel{2R}}\cdot(8T_1-T_1)\cancel{4} - 0{,}5R(4T_1-8T_1) - 2R\cdot(T_1-4T_1)\right)}{1{,}5R\,(8T_1-T_1)}$$

— т.к $A_{газа} = -A_{над\ газом}$

$$\eta = \frac{10{,}5RT_1 - 2RT_1 - 6RT_1}{1{,}5R\cdot 7T_1} = \frac{2{,}5}{10{,}5} = \frac{5}{21}$$

т.к теплоёмкость в процессах не мен. $\Rightarrow$ лин. ф-ция (в $P(V)$)

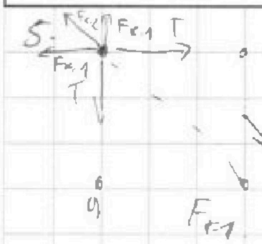
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☒ 6 ☐ 7 ☐

МФТИ

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

5.



т.к. ~~для~~ на крайнего левого соседи ~~действуют симметрично~~ расположены на одинаковом расстоянии
Их силы Кулона равны по модулю F_{k1}, а от противоположного будет F_{k2}

F_{k1} и T симметричны отн диаг. ($\boxed{\diagdown}$ вот этой) и компенсируют остальные направления.

Отн. Ох - диаг.:

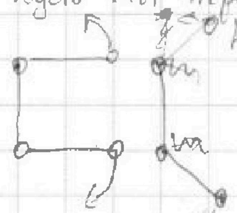
$$0 = 2T\cos 45 - 2\cos 45 \cdot \frac{kq^2}{a^2} - \frac{kq^2}{2a^2} \quad (\text{диаг. квадр} = \sqrt{2}a)$$

$\cos 45 = \frac{1}{\sqrt{2}}$

$$0 = \sqrt{2}T - \frac{2\sqrt{2}kq^2}{2a^2} - \frac{kq^2}{2a^2}$$

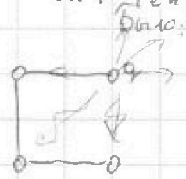
$$\sqrt{2}T = \frac{kq^2 \cdot (2\sqrt{2}+1)}{2a^2} \qquad q^2 = \frac{\sqrt{2}T \cdot 2a^2}{k(2\sqrt{2}+1)} \qquad |q| = a\sqrt{\frac{2\sqrt{2}T}{k(2\sqrt{2}+1)}} = a\sqrt{\frac{8\sqrt{2}\pi T\varepsilon_0}{2\sqrt{2}+1}}$$

Пусть мы пережгли нить:



Ни одна нить не сожмется и они останутся компенсировать продольные F_k. Суть в том, что в ряд они встанут с натянутыми нитями. Всё приращение потенц. энергии уйдет на ΔK

Для тех, по которым разрезали:



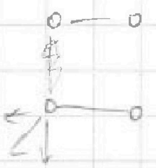
$$W_1 = \Sigma\varphi \cdot q = \left(\frac{2kq}{a} + \frac{kq}{a\sqrt{2}}\right) q$$

Стало:

$$W_2 = q\left(\frac{kq}{a} + \frac{kq}{2a} + \frac{kq}{3a}\right)$$

Для тех остальных:

Было:



$$W_3 = \left(\frac{2kq}{a} + \frac{kq}{a\sqrt{2}}\right) q$$

Стало:

$$W_4 = \left(\frac{2kq}{a} + \frac{kq}{2a}\right) q$$

Для того, по которому пережгли, например

$$K - 0 = q\left(\frac{2kq}{a} + \frac{kq}{a\sqrt{2}} - \frac{kq}{a} - \frac{kq}{2a} - \frac{kq}{3a}\right)$$

кин. энергия

$$K = q\,\frac{12kq + 3\sqrt{2}kq - 6kq - 3kq - 2kq}{6a}$$

$$K = \frac{kq^2 \cdot (1+3\sqrt{2})}{6a} = \frac{q^2(1+3\sqrt{2})}{24a\pi\varepsilon_0}$$

3\. Переместятся крайние на $a\sqrt{2}$

Ответ: $a\sqrt{\frac{8\sqrt{2}\pi T\varepsilon_0}{2\sqrt{2}+1}}$; $\frac{q^2(1+3\sqrt{2})}{24a\pi\varepsilon_0}$; $a\sqrt{2}$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

$S\,tg\,\varphi - \frac{gS^2}{2v_0^2\cos^2\varphi} = H$

$S \cdot \left(\frac{2v_0^2 \cdot \sin t \cos t - gS^2}{2v_0\cos^2\varphi}\right) = H$

$S \cdot \left(\frac{\sin 2t\, v_0^2 - gS^2}{2v_0\cos^2\varphi}\right) = H$ max $\sin 2t$ — при $t = 45°$

max$(\sin 2t)$

$v_0 = gJ$

$J = \frac{v_0}{g}$

$2t = \frac{\pi}{2} + 2\pi n$

$t = \frac{\pi}{4} + \pi n$ $\frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2 g}{2g^2}$

$\sin t + \cos t \;/\cdot \sin 45$

$\frac{1}{\sqrt2}\sin(45+t)$

$v_0\cos\varphi J = x$

$J = \frac{x}{v_0\cos\varphi}$

$-4ab+2=0$ $v_0 \sin\varphi J - \frac{gJ^2}{2} = y$ $v_0 = gJ$ $J = \frac{v_0}{g}$ $\frac{v_0^2}{2g} = 3{,}6$

$-4b^2-4ab+1$

$x\,tg\,\varphi - \frac{gx^2}{2v_0^2\cos^2\varphi} = y$

max y при $x =$

$x\,tg\, x\frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} - \frac{gx^2}{2v_0^2\cos^2\varphi} = y \quad /\cdot\cos^2\varphi$

$\cancel{-4b^2-4ab+1=0}$

$x\sin\varphi\cos\varphi - \frac{gx^2}{2v_0^2} = y\cos^2\varphi$ $\cos^2\varphi = 1-\sin^2\varphi$

$\sin\varphi =$

$\frac{k}{S_i} =$

$x\sin\varphi\cos\varphi - y\cos^2\varphi - \frac{gx^2}{2v_0^2} = 0$ $1{,}5RT_1 - 4T_1\ 9{,}5R - 6RT_1$

$\frac{m}{\sqrt{a_i}} =$ $x\sqrt{1-\cos^2\varphi}\cdot\cos\varphi - y\cos^2\varphi - \frac{gx^2}{2v_0^2} = 0$ $10{,}5RT_1 - 2RT_1 - 6RT_1$

$\frac{5}{2\,1}$

$v_0 J + \frac{gJ^2}{2}$

$v_0 gJ$

$1-2ab \geq 0$

$a \leq \frac{1}{2b}$

$\frac{v_0^2}{g} - \frac{gv_0^2}{2g^2}$

$\frac{v_0^2}{2g} = 3{,}6$

$\frac{\sin\varphi\cos\varphi - x}{\cos^2\varphi} = h$

$S\,tg\,\varphi - \frac{gS^2}{2v_0^2\cos^2\varphi} = \ldots - \frac{gS^2}{2v_0^2}$

$\frac{\frac12\sin 2\varphi - x}{1-\sin^2\varphi} = h$

$y = bx - ax^2$

A $\cancel{x=0}$ $y_{\text{}}(0,0)$

B (x

$b = gJ$

$tg^2\varphi = \frac{\sin^2\varphi}{\cos^2\varphi} = \frac{1-\cos^2\varphi}{\cos^2\varphi}$

max $y = x\cdot(b-ax)$

$J = \frac{6}{g}$

$\cos^2\varphi = x$

max$(b-ax)$

$\sqrt{\frac{1-x}{x}} - \frac{x}{x}h - H = 0$

$10-3{,}6$

$tg\,\varphi - x\frac{1}{\cos^2\varphi}$

$\frac{36}{g} - \frac{72g}{2g} = 0$

$v_0^2 = 6{,}4$

$\sqrt{\frac{1-x}{x}} = h + \frac{x}{x}$

$v_0 = 6\sqrt2$

$\frac{36}{g} - \frac{g\cdot 36}{2g^2} =$

$\frac{1-x}{x} = h^2 + \frac{2xh}{x} + \frac{x^2}{x^2}$

$10\sqrt2$

$= \frac{36}{g} - \frac{18}{g} = \frac{18}{g}$

$x - x^2 = h^2 + 2xh + x^2$

$\frac{10}{400}$

$\frac{200}{20} - 3{,}6$

На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

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!

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!