



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.

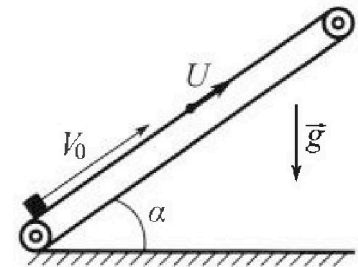
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  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.).

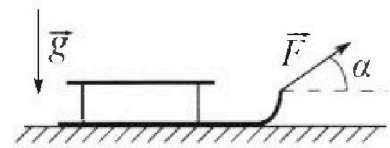
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.

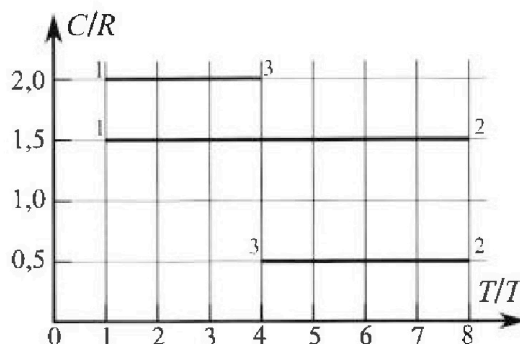
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



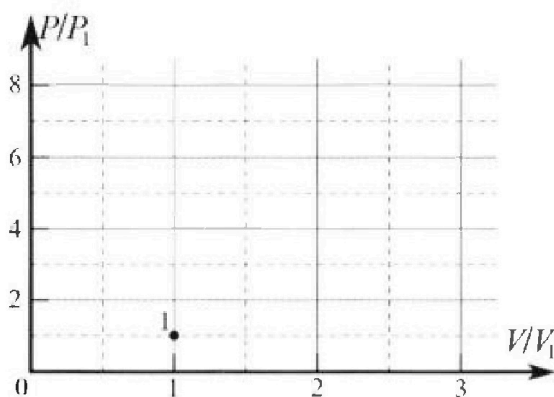
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

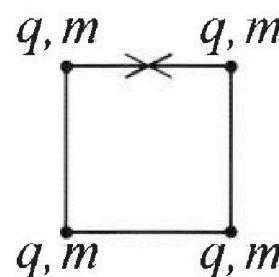
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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 сверху (на рисунке)?

Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



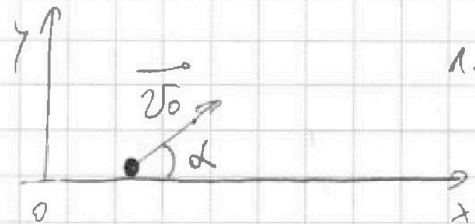
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



1. Прямую скорость на оси  $x$  и  $y$   
его перемещение:

$$0. x: v_0 \cos \alpha = v_x$$

$$0. y: v_0 \sin \alpha - g t = v_y$$

$$\begin{cases} v_0 \cos \alpha = L \\ v_0 \sin \alpha - \frac{g t^2}{2} = 0 \end{cases}$$

$$\frac{2 v_0 \sin \alpha}{g} = t \Rightarrow \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} = L$$

Отсюда:  $v_0 = \sqrt{\frac{gL}{\sin^2 \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot 20 m}{\sin^2 \alpha}} = 10 \frac{m}{s}$

2. Угол между вектором скорости и горизонтальной линией равен  $\theta$ . Тогда:

$$v_x = v_0 \cos \theta$$

$$v_y = v_0 \sin \theta - g \tau$$

Тогда там:

$$\begin{cases} v_0 \tau \cos \theta = S \\ v_0 \tau \sin \theta - \frac{g \tau^2}{2} = H \end{cases}$$

Тогда там уравнение траектории:

$$\tau = \frac{S}{v_0 \cos \theta} \Rightarrow H = S \tan \theta - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \theta}$$

$$H = S \tan \theta - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (\tan^2 \theta + 1)$$

Здесь  $S = \text{const}$ , а  $H$  зависит от  $\theta$ . Тогда максимум этой функции:

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!

$$H = s \operatorname{tg} \theta - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \theta + 1)$$

$$\begin{aligned} \frac{dH}{d\theta} &= \left( s \operatorname{tg} \theta - \frac{g S^2}{2 v_0^2} (\operatorname{tg}^2 \theta + 1) \right)'_{\theta} = \\ &= s (\operatorname{tg} \theta)'_{\theta} - \left( \frac{g S^2 \operatorname{tg}^2 \theta}{2 v_0^2} \right)'_{\theta} - \left( \frac{g S^2}{2 v_0^2} \right)'_{\theta} = \\ &= s \cdot \frac{1}{\cos^2 \theta} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot 2 \operatorname{tg} \theta \cdot \frac{1}{\cos^2 \theta} = 0. \end{aligned}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \theta} = \frac{g S}{v_0^2} \cdot \frac{\operatorname{tg} \theta}{\cos^2 \theta}$$

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{v_0^2}{g S}$$

$$H = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \left( \frac{v_0^4}{g^2 S^2} + 1 \right)$$

$$-\frac{g S^2}{2 v_0^2} \operatorname{tg} \theta + s \operatorname{tg} \theta - \frac{g S^2}{2 v_0^2} - H = 0$$

$$3,6 \text{ м} = \frac{200 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} - \frac{\left( 200 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2} \right)^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot S^2}{20 - 200 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}$$

$$3,6 \text{ м} = 20 \text{ м} - 10 \text{ м} - \frac{S^2}{400 \text{ м}}$$

$$S^2 = (40 - 3,6) \cdot 400 \text{ (м}^2\text{)}$$

$$S = \sqrt{(40 - 3,6) \cdot 400} \text{ (м)}$$

$$\text{~~3,6 м = 20 м - 10 м - } \frac{S^2}{400 \text{ м}}~~$$

$$S = 20 \sqrt{0,4} \text{ м}$$

$$\text{~~3,6 м = 20 м - 10 м - } \frac{S^2}{400 \text{ м}}~~$$

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"/>	<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!



При этом есть 2 варианта: она может двигаться  
вниз и ее скорость равна  $U$ .

$$v_0 - U - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t' = 0.$$

$$t' = \frac{v_0 - U}{g} = 0,5 \text{ c.}$$

Далее:  $a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha).$

$$t'' = \frac{U}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} = \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,2}$$

$$= 0,5 \text{ c}$$

Время  $T_{1,2} = t' + t'' = 1 \text{ c.}$

и 3. "У" и 2:  $t' = 0,5 \text{ c}$  - тело останавливается  
в с.о. земли.

$$L = v_0 t' - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t'^2}{2}$$

и 5.

$$L = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,5 \text{ c} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,25 \text{ c}^2}{2}$$

$$= L = 5 \cdot 0,25 \text{ м} = 1,25 \text{ м}$$

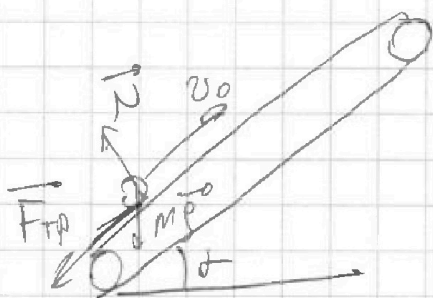
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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"/>	<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!



Расставим силы, действующие на  
коробку до момента, когда она  
движется вверх:

$$mg \cos \alpha = N$$

$$F_{тр} = N \mu = mg \mu \cos \alpha$$

Поша 2 з. Кинематика:

$$m \vec{a} = \sum \vec{F}$$

$$m a = mg \sin \alpha + mg \mu \cos \alpha$$

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

Поша уравнение прямолинейного равноускоренного  
движения имеет вид:

$$x = v_0 t - \frac{a t^2}{2}$$

$$v_x = v_0 - a t$$

Отсюда: проверим, сколько, остановится ли  
коробка к  $t = T$  и начнем движение вниз,  
или продолжит движение вверх:

$$v_x = 0:$$

$$v_0 = a T \Rightarrow T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

$$= \frac{6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,6 + 0,5 \cdot \sqrt{1 - 0,36})} = \frac{6}{10(0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} = \frac{6}{10} = 0,6 \text{ с.}$$

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"/>	<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!

$\tau < T \Rightarrow$  он машин движется вниз с ускорением:  
$$m a_2 = m g \sin \alpha - m g \mu \cos \alpha$$
$$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

Отсюда:  $t_{\text{ост}} = T - \tau$ .

При этом:  $S = S_1 + S_2$ .

$$S_1 = v_0 \tau - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2} \tau^2$$

$$S_1 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,6 \text{ с} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,6 + 0,4) \cdot 0,36 \text{ с}^2}{2}$$

$$S_1 = 3,6 \text{ м} - 1,8 \text{ м} = 1,8 \text{ м}$$

$$S_2 = v_0 (T - \tau) + \frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) (T - \tau)^2}{2}$$

$$S_2 = 6 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 0,4 \text{ с} + \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (0,6 - 0,4) \cdot 0,16 \text{ с}^2}{2}$$

$$S_2 = 2,4 \text{ м} + 0,16 \text{ м} = 2,56 \text{ м}$$

$$S = S_1 + S_2 = 1,8 \text{ м} + 2,56 \text{ м} = 4,36 \text{ м}$$

$\tau$ . Во 2 этапе в С.О. лентой она

неподвижна, а коробка движется со скоростью

$$v_{\text{отн}} = v_0 - v = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad (\text{отн. ленте неподвижной лентой})$$

Итого:  $v_x = v_{\text{отн}} - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) T_{1.1} = v$

$$v_0 - v - g T_{1.1} = v$$

$$T_{1.1} = \frac{v_0 - 2v}{g} = \frac{4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,4 \text{ с}$$

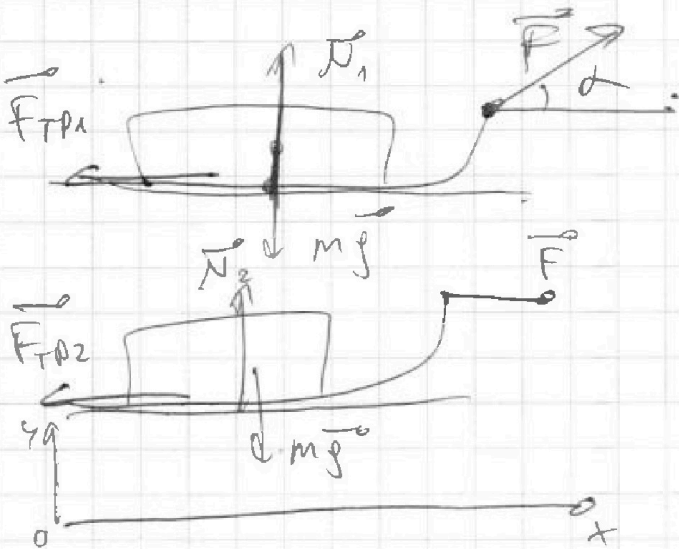
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7

ЛФТИ

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



Рассмотрим силы:

Треугольником сил по оси

$x$  и  $y$ :

$$1) N_1 + F \sin \alpha - mg = 0$$

$$2) \text{ По оси } x: m a_1 = F \cos \alpha - N_1 \mu$$

$$2) N_2 = mg$$

2 закон сохранения:

$$m a_2 = F - N_2 \mu$$

Угарадываю  $K=0$ , и тогда ЗСЭ:

$$K = (F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu) S_1$$

$$K = (F - mg \mu) S_2$$

При этом:  $S_1 = \frac{a_1 t_1^2}{2}$

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

Отсюда:

$$\left( \frac{F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu}{2m} \right) t_1^2 = S_1$$

$$\left( \frac{F - mg \mu}{2m} \right) t_2^2 = S_2$$

При этом выполняется ЗСУ:  $K = \frac{p^2}{2m} = \frac{m a^2}{2}$

$$p = \sqrt{2 K m} \cdot \begin{cases} (F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu) t_1 = \sqrt{2 K m} \\ (F - mg \mu) t_2 = \sqrt{2 K m} \end{cases}$$



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!



$$S_2 = S_1 \frac{(F \cos \alpha - m g \mu + F \mu \sin \alpha)}{F - m g \mu}$$

$$K = S_1 (F \cos \alpha - m g \mu + F \mu \sin \alpha)$$

$$K = S_2 (F - m g \mu)$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{2} K m}{F \cos \alpha - m g \mu + F \mu \sin \alpha}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{2} K m}{F - m g \mu}$$

$$\frac{\sqrt{2} K m}{F - m g \mu} =$$

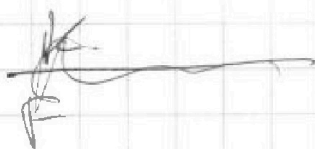
$$\frac{K}{F \cos \alpha - m g \mu + F \mu \sin \alpha} = S_1$$

$$\frac{K}{F - m g \mu} = S_2$$



$$K \left( \frac{1}{F \cos \alpha - m g \mu + F \mu \sin \alpha} + \frac{1}{F - m g \mu} \right) = S_1 + S_2 \frac{(F \cos \alpha - m g \mu + F \mu \sin \alpha)}{F - m g \mu}$$

$$K \frac{(F + F \cos \alpha + F \mu \sin \alpha - 2 m g \mu)}{(F - m g \mu) (F \cos \alpha - m g \mu + F \mu \sin \alpha)} = S_1 \frac{(F + F \cos \alpha + F \mu \sin \alpha - 2 m g \mu)}{(F - m g \mu)}$$



$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{t_1}{t_2}$$

$$\frac{S_1}{t_1} = \frac{S_2}{t_2}$$

$$v_{g1} = v_{g2}$$

Если  $S_1 = S_2$ :

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

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

(указе кол-во неизвестных в системе уравнений больше, и его не решить)

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!



$$\begin{cases} (F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu) t_1 = (F - mg \mu) t_2 \\ (F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu) S_1 = (F - mg \mu) S_2 \end{cases}$$

~~F cos α~~

$$\left( \frac{F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu}{2m} \right) t_1^2 = S_1$$

$$\left( \frac{F - mg \mu}{2m} \right) t_2^2 = S_2$$

$$t_1 = \frac{\sqrt{2Km}}{F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{2Km}}{F - mg \mu}$$

$$t_2 = \frac{\sqrt{2Km}}{F - mg \mu}$$

~~F cos α~~

$$\frac{\sqrt{2Km}}{F \cos \alpha - (mg - F \sin \alpha) \mu} = S_1$$

$$\frac{\sqrt{2Km}}{F - mg \mu} = S_2$$

$$(F \cos \alpha - mg \mu + F \sin \alpha) S_1 = (F - mg \mu) S_2$$

$$\frac{(F \cos \alpha - mg \mu + F \sin \alpha)^2 t_1^2}{2m} = \frac{(F - mg \mu)^2 t_2^2}{2m}$$

$$t_2 = t_1 \frac{(F \cos \alpha - mg \mu + F \sin \alpha)}{F - mg \mu}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

2. Масса, далее ЗСЭ имеет вид:

$$K + A_{\text{тр.}} = 0$$

т.е.  $A_{\text{тр.}} = -mg\mu S$ ,  $\mu$  и  $S$  известны:

$$K = mg \left( \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right) S.$$

Перемещение до остановки:

$$S = \frac{K \sin \alpha}{mg(1 - \cos \alpha)}.$$

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!

~~1 кв. м.~~ 1 кв. м. пермодификация:

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

Когда рассматриваем процессы: 1-2; 2-3; 3-1:

$$1-2: \Delta T = 8 \cdot 200\text{K} - 200\text{K} = 1400\text{K}.$$

$$C_{1-2} = 1,5 R = \text{const}.$$

$$1,5 R \cdot 1400\text{K} = 1,5 R \cdot 1400\text{K} + A; A = 0 \Rightarrow$$

это изохора.

$$2-3: C_{2-3} = 0,5 R.$$

$$\Delta T = 2 \cdot 200\text{K} - 4 \cdot 200\text{K} - 8 \cdot 200\text{K} = -800\text{K}.$$

$$0,5 R \cdot (-800\text{K}) = 1,5 R \cdot (-800\text{K}) + A.$$

$$A = 800 R.$$

$$3-1: C_{3-1} = 2 R.$$

$$\Delta T = 200\text{K} - 4 \cdot 200\text{K} = -600\text{K}.$$

~~2R~~

$$2R \cdot (-600\text{K}) = 1,5 R \cdot (-600\text{K}) + A.$$

$$-300 R = A_{31}.$$

$$A_{31} = -300\text{K} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}};$$

$$= -2493 \text{ Дж}.$$

$$\eta = \frac{A_{31}}{Q_{31}}$$

~~2R~~  $\eta$

Построим график цикла.

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!



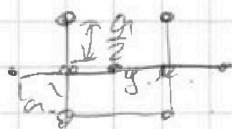
$$\frac{q^2}{\pi \epsilon_0 a} \left( 1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right) = \frac{q^2}{\pi \epsilon_0 a} \left( \frac{1}{12} + 1 \right) + K_H$$

$$K_H = \frac{q^2}{\pi \epsilon_0 a} \left( \frac{1}{2\sqrt{2}} - \frac{1}{12} \right)$$

При этом симметрия симметрична, и  $K_{31} = K_{41}$

и  $K_{12} = K_{13}$ , т.е.  $K_H = 2K_{31} + 2K_{(2,3)}$

При этом  $\sigma_{\text{ср.л.}} = 0$ , т.к. на штырь не действуют никакие внешние штыри, она консервативна  $\Rightarrow$   $\sigma_{\text{ср.л.}}$  находится в середине квадрата, и там же будет потенциал далее; т.е.



$$d = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + a^2} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

$$\frac{K_B(1;2)}{K_{(2;3)}} = \frac{d}{\frac{a}{2}} = \frac{2d}{a}$$

$$K_{(2;3)} = \frac{a K_B(1;2)}{2d} = \frac{a K_B(1;2)}{\sqrt{5}}$$

$$K_H = 2 K_B(1;2) \left( 1 + \frac{1}{\sqrt{5}} \right) = \dots$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

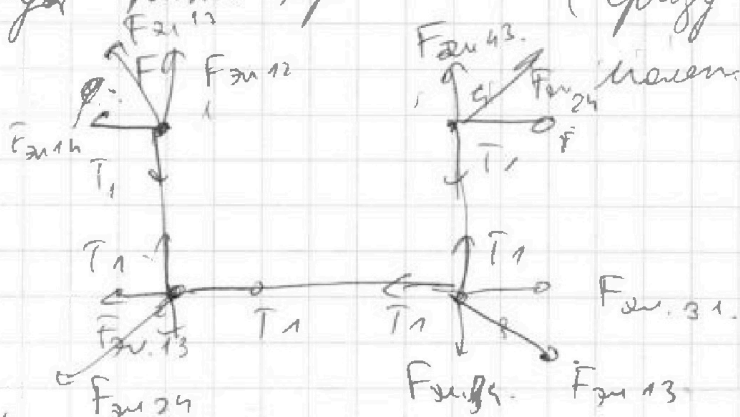
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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!

Конда ~~ММММ~~ ~~перемит~~: (Сразу в + мен. мо. мен. ~~время~~!)

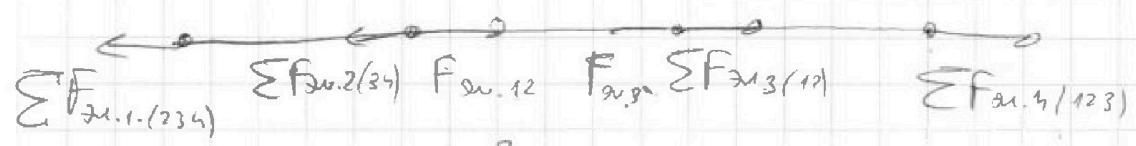


~~В~~  $B + = 0$   $K = 0, a$

$$\Pi = \frac{4kq^2}{a} + 2 \frac{kq^2}{a\sqrt{2}} = \frac{4kq^2}{\pi \epsilon_0 a} + \frac{2kq^2}{\pi \epsilon_0 a\sqrt{2}}$$

Матрица 3С2:

$$K + \Pi = K_H + \Pi_H$$



$$\Pi_H = \frac{k \cdot q^2}{3a} + \frac{2kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{2a}$$

$$= \frac{kq^2}{3a} + \frac{3kq^2}{a} + \frac{2kq^2}{2a} = \frac{kq^2}{3a} + \frac{4kq^2}{a} = \frac{kq^2}{12\pi\epsilon_0 a} + \frac{4q^2}{\pi\epsilon_0 a}$$

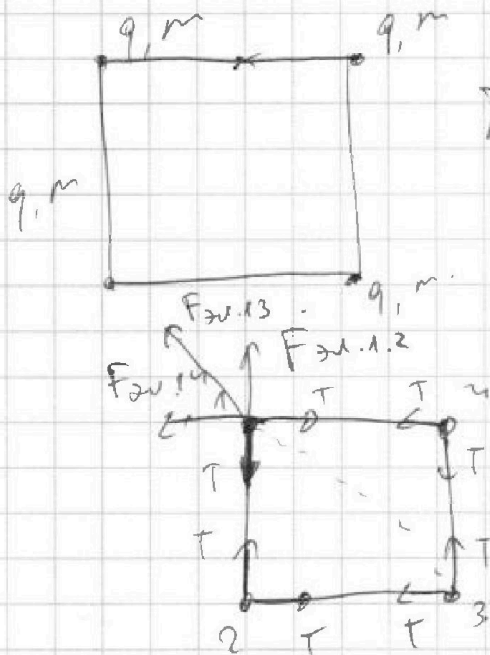
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Постоянная Кулона:  $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$   
 При этом: угловыми сантиметрами.  
 симметрично:

$$F_{эл.14} = F_{эл.12} = k \frac{q^2}{a^2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2}$$

$$F_{эл.13} = \frac{k q^2}{2a^2} = \frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 a^2}$$

Если они направлены в вершинах квадрата и по условию неподвижны, то:  
 2 з. Механика:

для 1 верш.  $m\vec{a} = \sum \vec{F} = 0$ .

$$F_{эл.13} + F_{эл.12} \sqrt{2} = T \sqrt{2}$$

$$\frac{q^2}{8\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \sqrt{2} = T \sqrt{2}$$

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

$$q = \frac{T \sqrt{2}}{\frac{1}{8\pi\epsilon_0 a^2} + \frac{\sqrt{2}}{4\pi\epsilon_0 a^2}}$$

$$= a \sqrt{\frac{8T\sqrt{2} \cdot \pi\epsilon_0}{1 + 2\sqrt{2}}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

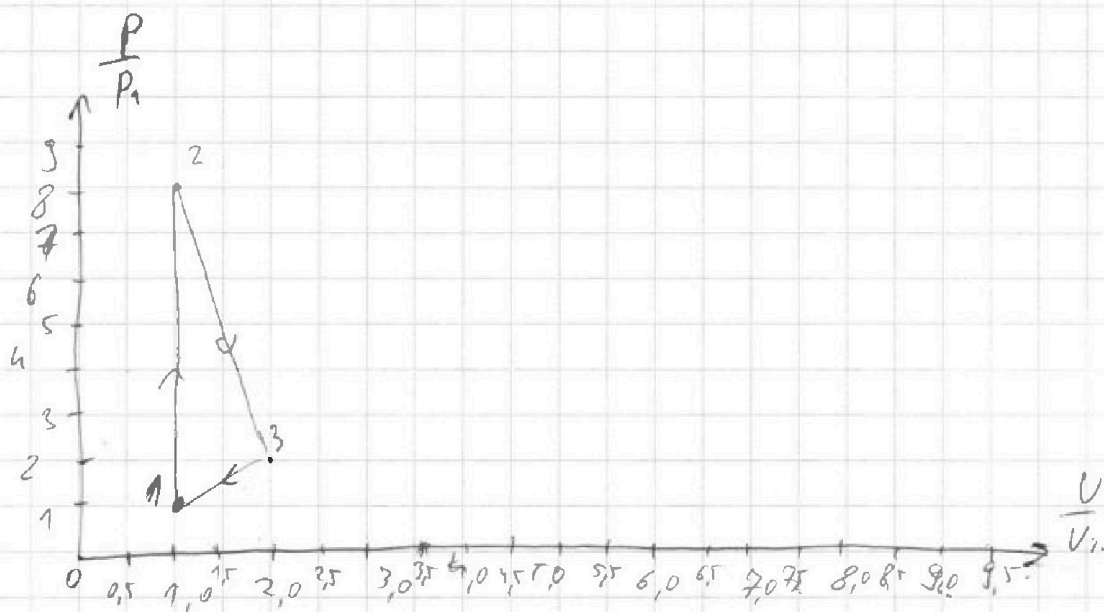
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



М. И. ~~Косыгина~~  $A_{2-3} = 800 \text{ Дж}$ ;  $A_{3-1} = -2493 \text{ Дж}$ ,  
 и эти пропорциональны количеству тепла  
 по графику, то  $A_{\text{ц}} = A_{2-3} - A_{3-1} = 3293 \text{ Дж}$   
~~Второй закон термодинамики~~



$V_1 = V_2 = \text{const.}$

~~$p_2 V_2 = p_1 V_1$~~   $(p_2 - p_1) V_1 = \nu R (T_2 - T_1)$

~~$p_2 = p_1$~~

~~$p_2 = p_1 V_1 = p_1 V_2$~~

$p_1 V_1 = \nu R T_1$   
 $p_2 V_1 = \nu R T_2$   $\rightarrow \frac{p_2}{p_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$

$p_2 V_2 = \nu R T_2$   
 $p_3 V_3 = \nu R T_3$   $\rightarrow \frac{p_3 V_3}{p_2 V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{1}{2}$

$p_1 V_1 = \nu R T_1$   $\rightarrow \frac{p_3 V_3}{p_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 4$

Из этих  
 можно:

~~определить~~ количество тепла  
 на графике можно





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 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!

$$K = 2k_{B(1,2)} \left( \frac{\sqrt{5} + 1}{\sqrt{5}} \right)$$

$$K_{B(1,4)} = \frac{K \sqrt{5}}{2(\sqrt{5} + 1)}$$

$$= \frac{q^2}{\pi \epsilon_0 a} \left( \frac{1}{2\sqrt{2}} - \frac{1}{12} \right) \sqrt{5}$$

---

$$2(\sqrt{5} + 1)$$

$$= \frac{q^2 \sqrt{5} (12 - 2\sqrt{2})}{48\sqrt{2} \pi \epsilon_0 a (\sqrt{5} + 1)}$$

$$= \frac{a^2 \left( \frac{8\sqrt{2} \cdot \pi \epsilon_0}{1 + 2\sqrt{2}} \right) \sqrt{5} (12 - 2\sqrt{2})}{48\sqrt{2} \pi \epsilon_0 a (\sqrt{5} + 1)}$$

$$= \frac{1801T \sqrt{10} (6 - \sqrt{2})}{(1 + 2\sqrt{2}) 48\sqrt{2} (\sqrt{5} + 1)}$$

$$= \frac{a T \sqrt{5} (6 - \sqrt{2})}{(1 + 2\sqrt{2}) (\sqrt{5} + 1)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$A_4 = A_{2-3} = A_{3-1} = 37 \text{ p3 On}$$

