



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.

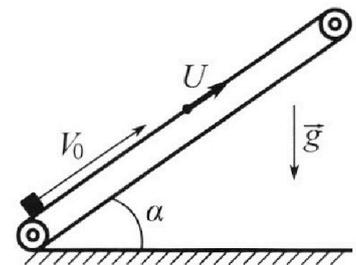
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение с вободного 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.).

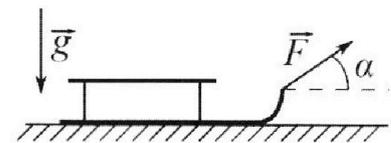
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

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.



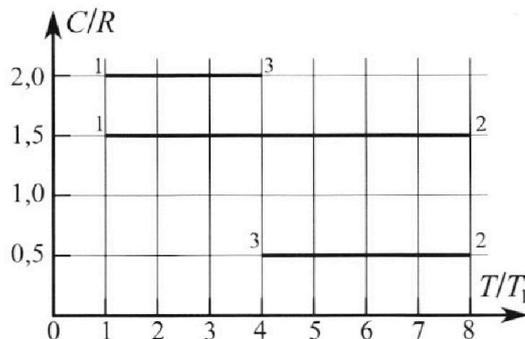
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02



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

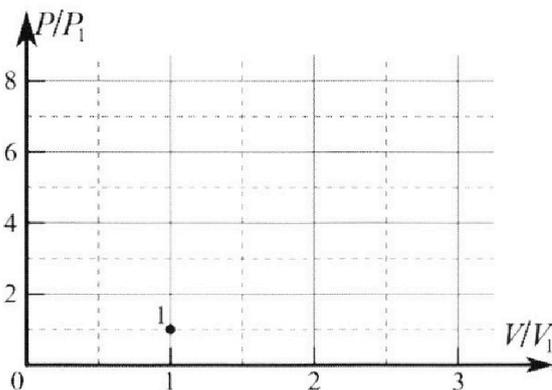
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

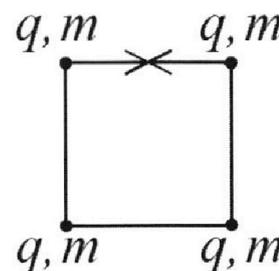
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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:

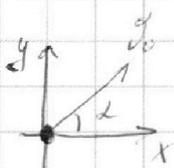
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					

МФТИ

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



Условие



~~Условие~~ 1/17

ввести СК как на рисунке  
тогда.

$$\begin{cases} y = L_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ x = L_0 \cos \alpha t \end{cases} \quad \text{где } t - \text{ время} \\ \text{с начала полета}$$

Когда мы углы

$$\begin{cases} 0 = L_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \\ L_0 = L_0 \cos \alpha t \end{cases}$$

$$\begin{cases} t = \frac{L_0}{L_0 \cos \alpha} \\ L_0 \sin \alpha = \frac{g}{2} t^2 \end{cases}$$

$$L_0 \sin \alpha = \frac{g}{2} \frac{L_0}{L_0 \cos \alpha}$$

$$g_0 = \sqrt{\frac{gL}{2 \sin \alpha \cos \alpha}} = \sqrt{\frac{10 \cdot 20}{2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}}} = 10\sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Составим  $\Delta$  перемещений камня

от начальной позиции к точке

посадки, когда он перелетел через.

На этом работ!

Условие -  
- промежуточные  
матрицы (сверху)  
например 5/47.

Другие матрицы -  
- условия.

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

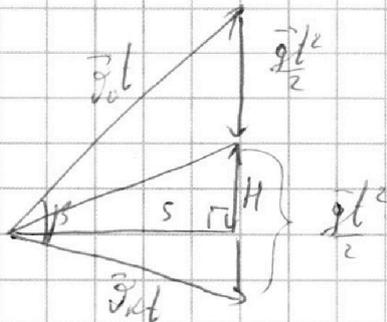
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

Черновик



$\beta$  - угол между

$\vec{v}_0$  и  $\vec{v}_k$

$\vec{v}_k$  - скорость  
мяча во время

пролёта над стеной.

Тогда его

перемещение

$$\frac{1}{2} S \cdot g t^2 =$$

$$= \frac{1}{2} v_0 t v_k \sin \beta$$

↓

$$S \cdot g = v_0 v_k \sin \beta$$

$$v_0 v_k \sin \beta$$

$$\frac{m v_0^2}{2} = m g H + \frac{m v_k^2}{2}$$

$$v_k = \sqrt{v_0^2 - 2gH}$$

$$S \cdot g = v_0 \sqrt{v_0^2 - 2gH} \sin \beta$$

Поскольку известно, что  $g$ ;  $v_0$ ;  $H$  - const

$$S = k \sin \beta \quad k = \frac{v_0 \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{g} = \text{const}$$

Допустим в нашем случае  $\sin \beta \neq 1$

т.е.  $\sin \beta < 1$  тогда если  $\sin \beta = 1$

то из этого следует, что тело

может оказаться на большем расстоянии  $S$

2/17

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!



3/17  
На той же высоте, очевидно, что <sup>Условие</sup>  
из этого следует, что для  
этого случая ( $\sin \alpha = 1$ ) проекция высе  
зем  $H$ , что противоречит условию,  $\Rightarrow$   
 $\Rightarrow$ , ~~это  $H$  не равно нулю, все:~~  
 $\Downarrow$

$$\sin \alpha = 1 \Rightarrow S = k = \frac{50 \sqrt{50^2 - 1911}}{9} =$$

$$= \frac{10 \sqrt{2} \sqrt{100 - 2 \cdot 10 \cdot 56}}{9 \sqrt{2}} = \frac{10 \sqrt{2} \sqrt{100 - 72}}{9} =$$

$$= 2 \sqrt{100 - 36} = 16 \text{ м}$$

Отв: 1)  $10 \sqrt{2} \frac{\text{м}}{\text{с}}$

2) 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
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

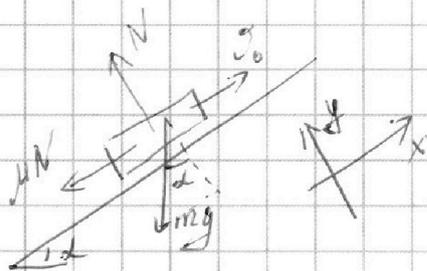
МФТИ

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



Условие

4/17



$m$  - масса коробки

$N$  - I компонент составляющая

нормальной силы реакции опоры

Вдоль  $Ox$  и

распишем силы по II Зак. Ньютона

ОУ:  $N - mg \cos \alpha = 0$

м.к. очевидно,  $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ ,  $\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} =$   
 $= \sqrt{1 - 0,6^2} = 0,8$

$$N = mg \cos \alpha$$

Вдоль  $Ox$ :

$a_1$  - ускорение груза

$$-\mu N - mg \sin \alpha = ma_1$$

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

$$-a_1 = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \left( \frac{1}{2} \cdot 0,8 + 0,6 \right) =$$
$$= 10 \frac{m}{c} \quad \text{То} = 6 \frac{m}{c}$$

Груз в какой-то момент остановится,  
до этого момента

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

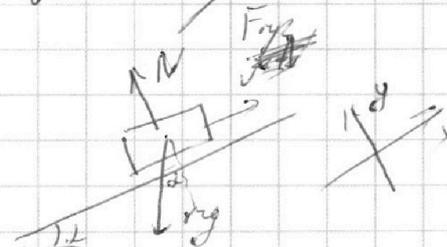
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

Рассмотрим силы во время остановки. <sup>5/17</sup>  
Итак.



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

$N = mg \cos \alpha$

$F_{fpr} \leq \mu N = \mu mg \cos \alpha = \frac{1}{2} m \cdot 10 \cdot 0,8 = 40m$

$Ox'$ :

$$F_{fpr} - mg \sin \alpha = m a_2$$

$$F_{fpr} \leq \mu N = \mu mg \cos \alpha = 0,4 mg < mg \sin \alpha = 0,6 mg$$

звук будет скользить вниз  
и  $F_{fpr} = \mu N$

$$\mu N - mg \sin \alpha = m a_2$$

$$0,4 mg - 0,6 mg = -0,2 mg = m a_2$$

$$-a_2 = 0,2g = 2 \frac{m}{c^2}$$

И.е. набьем молот в начале звук  
еще вверх и замедляется с  $a_1 = 10 \frac{m}{c^2}$ ,  
потом останавливается и, сбывая, разгоняется

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!

6/17

$$c \quad a_2 = 2 \frac{u}{c^2}$$

$$\text{Итак } S = S_1 + S_2$$

$S_1$  - путь до остановки

$S_2$  - после.

$$S_1 = \frac{v_0^2}{2a_1}$$

$t_1$  - время от начала до остановки

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

$t_2$  - время от остановки до момента начала с меньшей скоростью.

$$t_2 = T - t_1$$

$$v_0 = a_1 t_1$$

$$t_2 = T - \frac{v_0}{a_1}$$

$$S = \frac{v_0^2}{2a_1} + \frac{a_2 \left(T - \frac{v_0}{a_1}\right)^2}{2} = \frac{6}{2 \cdot 10} + \frac{2 \left(1 - \frac{6}{10}\right)^2}{2} =$$

$$= 0,3 + 0,46 = 0,76 \text{ м.}$$

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!



7/17

Во 2 случае коробка так же

будет двигаться, замедлив с  $a_1$  и

увеличив с  $a_2$  при этом момент

перехода - остановка отн. земли.

Итак 1 случай когда скорость коробки

равна  $1 \frac{m}{c}$ , это, когда она остановилась

во время отн. земли. т.е.

$$\text{тогда } T_1 = \frac{(v_0 - u)^2}{2a_1} = \frac{25}{10} = \frac{5}{2} = 2,5 \text{ с,}$$

но будет еще один случай,

когда коробка начнет двигаться с

скоростью в какой-то момент времени

равна  $1 \frac{m}{c}$  в лоб. т.е. отн.

земли скорость будет  $2 \frac{m}{c}$

$$\text{т.е. время } T_1 = 2,5 + \frac{2}{2a_2} = 2,5 +$$

время до остановки

$$+ \frac{2}{2} = 2,5 \text{ с.}$$

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"/>				

**МФТИ**

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

8/17

Видно, что на корабль действует  
постоянно ускорение то или иное, которое  
меняет его скорость  $\Rightarrow$  будет только  
1 точка, где будет ноль (это  
обозначит начало ~~пути~~ угла отсчета во 2  
курсе), ~~на а не более~~.

~~Угол,  $\theta = \dots$~~

~~Угол  $\theta$  равен скорости корабля  $\theta \rightarrow$   
откуда  $\theta = \dots$~~

~~или~~

Угол  $\theta$  в любой момент  $t$  равен

скорости корабля не равна  $1 \frac{m}{s}$  (1 случай)

та его  $a_1 = a_1$ , а угол  $a_2$

$$L_1 \text{ можно рассчитать как } = \frac{v_0^2 - 1^2}{2a_1} +$$

$$+ \frac{1^2 - 0^2}{2a_2} = \frac{36 - 1}{2 \cdot 10} + \frac{1}{2 \cdot 2} = \frac{7}{4} + \frac{1}{4} =$$

$$= 2 \text{ м}$$

Отв.

1) 0,46 м

2) 1,25 и 2,25 с.

3) 2 м

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

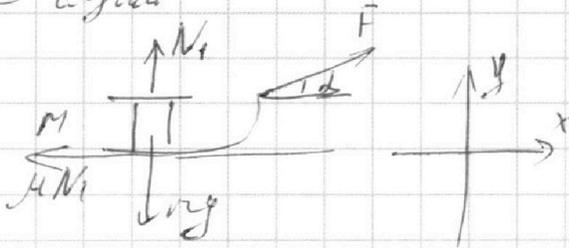
1   
  2   
  3   
  4   
  5   
  6   
  7

**МФТИ**

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



I часть



$N$  - реакция опоры  
и масса блока

оx:

$$F \cos \alpha - \mu N_1 = ma_1$$

$$a_1 = \frac{F \cos \alpha - \mu N}{m}$$

II часть задачи

$$k = \frac{mg^2}{2}$$

$$= \frac{k}{F \cos \alpha - \mu mg + F \mu \sin \alpha}$$

$$\frac{g^2}{2a_1} = \frac{k}{ma_1} = \frac{k}{F \cos \alpha - \mu N_1}$$

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

Влегли ось. 9/17

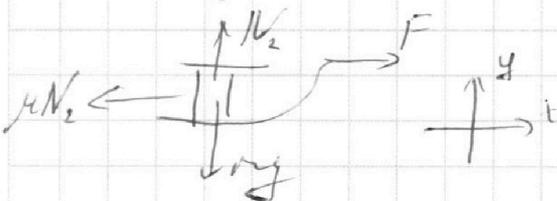
по II закону Ньютона.

оy:  $N - mg = 0$   
 $N = mg$

оy:  $N_1 + F \sin \alpha - mg = 0$

$$N_1 = mg - F \sin \alpha$$

II часть



оy:  $N_2 - mg = 0$

$$N_2 = mg$$

оx:  $ma_2 = F - \mu N_2$

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 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!



$$a_2 = \frac{F - \mu N_2}{m}$$

$$\text{рынок } \text{разгона} = \frac{v_2^2}{2 a_2} = \frac{K}{m a_2} =$$

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

$$= \frac{K}{F - \mu N_2} = \frac{K}{F - \mu m g}$$

Угловое

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

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

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

$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}} =$$

$$= \tan \frac{\alpha}{2}$$

~~Следовательно~~

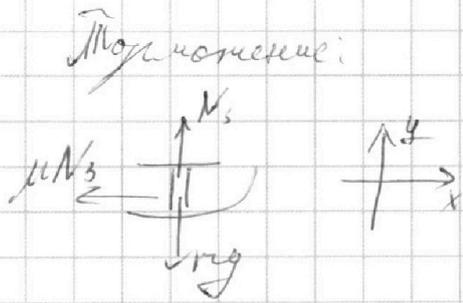
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



11/17

0y:  $N_s - mg = 0$

$N_s = mg$

0x:  $ma = -\mu N_s$

$-a = \mu g$

$K = \frac{m \cdot g^2}{2}$

$g = \sqrt{\frac{2K}{m}}$

↑  
кор. перед косяком  
нормальные

Путь нормальные =  $\frac{g^2}{2|a|} = \frac{\frac{2K}{m}}{2 \mu g} =$   
 $= \frac{K}{\mu mg}$

- Отв:
- 1)  $\mu = \frac{1}{2}$
  - 2)  $\frac{K}{\mu mg}$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
<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!

Условие  $Q = A + \Delta U$

12/17

$$\Delta P_{43} \Delta T_{13} = -A_{31} + \frac{1}{2} \Delta R \Delta T_{13}$$

$\Delta$  - кол-во молей

$$\Delta T_{13} = T_1 - T_3 = -600 \text{ K}$$

$$-A_{31} = \cancel{2R} 600 \left( \Delta C_{13} - \frac{1}{2} \Delta R \right) \Delta T_{13} =$$

$$= \left( 2R - \frac{3}{2} R \right) (-600) = -\frac{1}{2} R 600 =$$

$$= -300R$$

$$A_{31} = 2493 \text{ Дж}$$

По известной формуле  $P V^{\frac{C_p - C_v}{C_v}} = \text{const}$

для нашего случая

$$P V^{\frac{2R - 5}{2R - 3}} = \text{const}$$

заменим это  $C_{12} = C_v \Rightarrow V^{\frac{1}{2}} = \text{const}$   
на 1-2.

на 2-3

$$P V^{\frac{1-5}{4-3}} = \text{const} \quad P V^2 = \text{const}$$

на 3-1

$$P V^{\frac{4-5}{4-3}} = \text{const} \quad P V^{-1} = \text{const}$$

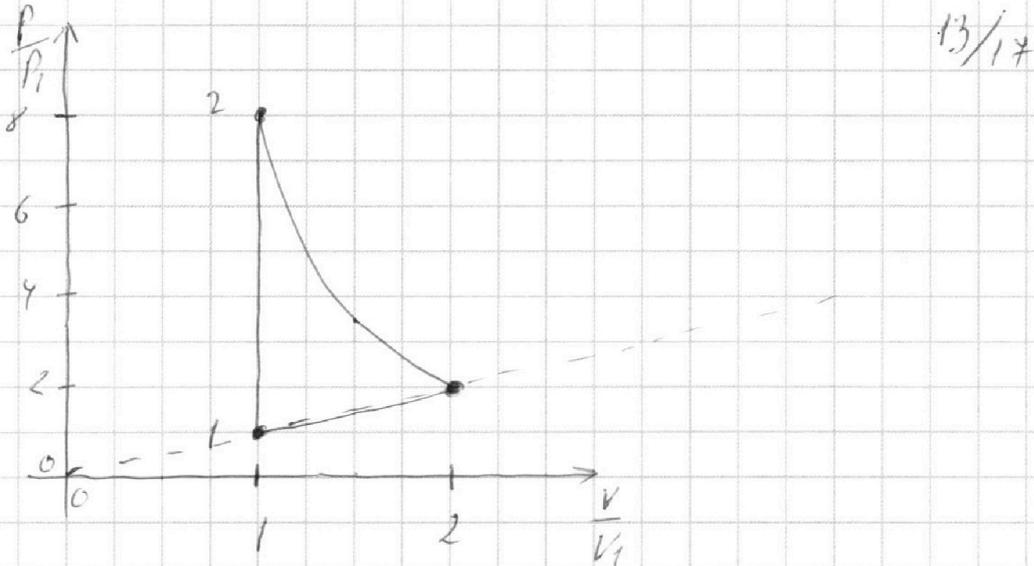
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Указанной форме  $V$  на 1-2 - const  
по  $PV = \nu RT$  видно что  $T \uparrow$  в 2 раза  
 $\Rightarrow$  и  $P$ , пропорц.

$PV = \text{const}$  на 3-1 ~~или~~ в более общем.

$$P = kV, \text{ где } k - \text{коэфф. проп.}$$

это та линия <sup>(3-1)</sup> лежит на прямой  
идущей через  $(0,0)$  и 1, проведем

на 2-3  $P = \frac{\text{const}}{V^2}$  видим  $\frac{P}{P_1} = \frac{V}{V_1}$

получим const у 2, const = 8

тогда заменим, что при  $V = 2V_1$

$$P = 2, \text{ что совпадает с прямой}$$

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!

до этого проведённый

14/17

||  
можно определить угол

Угол, между как и  $A_{3-1}$  положим  $A_{2-3}$ ,  
значит, что  $A_{1-2} = 0$  т.к.  $V = \text{const}$ .

$$A_{2-3} = \int G_{2-3} \delta T_{23} - \frac{i}{2} \int R \delta T_{23}$$

$$\delta T_{23} = T_3 - T_2 = 800 \text{ K}$$

$$A_{2-3} = \delta T_{23} \left( \frac{R}{2} - \frac{3}{2} R \right) = 800 \cdot \frac{R}{2} =$$

$$= 400 R \quad \text{ЭД}$$

$$A_{\text{агрег}} = A_{2-3} + A_{3-1} = 100 R = 831 \text{ Дж.}$$

$$\text{При том } Q^+ (\text{подведённое}) = \int C_{21} \Delta T_{21} =$$

$$= 1,5 R \cdot 200 \cdot 7$$

$$\eta = 100\% \cdot \frac{A_{\text{агрег}}}{Q^+} = 100 \cdot \frac{100 R}{7 \cdot 1,5 R \cdot 200} =$$
$$= \frac{100}{21} \% \approx 47,6 \%$$

Реш: 1) 2493 Дж

2)  $\approx 47,6 \%$

3) см. решение.

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"/>

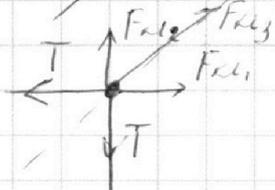
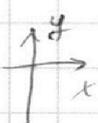
МФТИ

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

15/17

Именован.

Рассмотрим один из двух зарядов.



$F_{k1}$  - сила кулона.

$$F_{k12} = F_{k13} = \frac{k q^2}{a^2}$$

коэффициент взаимодействия

$$F_{k13} = \frac{k q^2}{2a^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$$

Вдоль оси

оу:  $F_{k12} + \cos 45^\circ F_{k13} - T = 0$

$$\frac{k q^2}{a^2} + \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{k q^2}{2a^2} = T$$

$$\frac{k q^2}{a^2} = \frac{1+2\sqrt{2}}{2\sqrt{2}} T$$

$$|q| = \sqrt{\frac{2\sqrt{2} T a^2}{(1+2\sqrt{2}) k}} = \sqrt{\frac{2\sqrt{2} T 4\pi \epsilon_0 a^2}{(1+2\sqrt{2})}}$$

Очевидно, что заряды одного знака и  
расталкиваются.

~~Значит, что заряды одного знака и  
притягиваются.~~

~~Рассмотрим расстояние AC до и после.~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

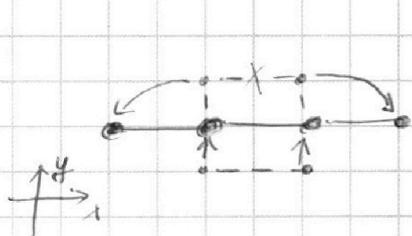
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



16/17  
Почему центр масс шара не движется?  
м.к. шара замкнута.



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

Запомним, что шара симметрична.

и следовательно скорости  $u$  на  $x$  и  $y$  м.к. если баллон  $\Rightarrow$  либо ноль  
либо ~~бесконечность~~ различна либо  
 $y$  м. едет куда-то

вдоль  $x$   
все скорости вдоль  $y$

они все равны м.к. если н.к.  
то  $y$  м. едет.

и можем записать ЗСЭ.

$$\frac{4m \cdot v^2}{2} = \sum \Delta \varphi q = 2kq^2 \left( \frac{1}{\sqrt{5}a} - \frac{1}{2a} \right) + kq^2 \left( \frac{1}{a} - \frac{1}{2a} \right)$$

$$4k = 2m \cdot v^2 = \frac{kq^2}{a} \left( \frac{2}{\sqrt{5}} - \frac{2}{2} + 1 - \frac{1}{2} \right) = \frac{kq^2}{a} \frac{2\sqrt{5}-1}{2}$$

$$\frac{2k}{m} = v^2 = \frac{kq^2}{2ma} \frac{2\sqrt{5}-1}{2} = \frac{2\sqrt{5}}{1428} T a \frac{2\sqrt{5}-1}{9m} =$$



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!

$$= \frac{T a}{\epsilon m} \frac{2\sqrt{2}-1}{2\sqrt{2}+1} = \frac{T a (9-4\sqrt{2})}{\sqrt{2} m (9-1)} = 17/17$$

$$= \frac{T a}{\epsilon m} \frac{9-4\sqrt{2}}{8\sqrt{2}}$$

Ans: 1)  $|q| = \sqrt{\frac{8\sqrt{2} \epsilon \epsilon_0 T a^2}{2\sqrt{2}-1}}$

2)  $\epsilon k = \frac{9-4\sqrt{2}}{16\sqrt{2}} T a$

3)  $d = \frac{\sqrt{5}}{2} a$

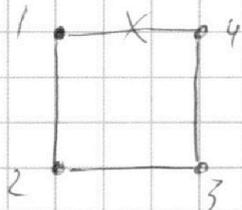
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

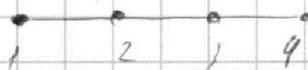
1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



Черновик!

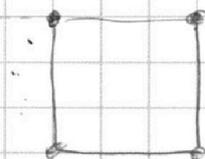


Задача, что  $\Delta\varphi$  между соседними  
шарами не вычисляется ( $\Delta\varphi_{12} = \Delta\varphi_{23} = \Delta\varphi_{34} = 0$ )

нужно  $\Delta\varphi$  для 3

$$\Delta\varphi_{13} = kq^2 \left( \frac{1}{2a} - \frac{1}{a} \right)$$

П.р. сила по III зак. Насколько действует на  
оба шара по д.с. этого случая



$kq^2$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

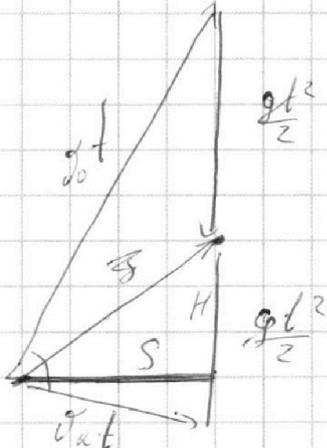
МФТИ

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



~~$\frac{1}{2} S \cdot g t^2$~~

$$v = \int \left[ \frac{kg^2}{e^2} \right] = \left( -\frac{kg^2}{e} \right)$$



~~$\frac{1}{2} S \cdot g t^2 = \int_0^t v_x \cdot \cos \alpha$~~

$$\frac{1}{2} S \cdot g t^2 =$$

$$x_{ygh} = \frac{A g^2}{2}$$

$$x_{ygh} + \frac{v_0^2}{2} = \frac{A g^2}{2}$$

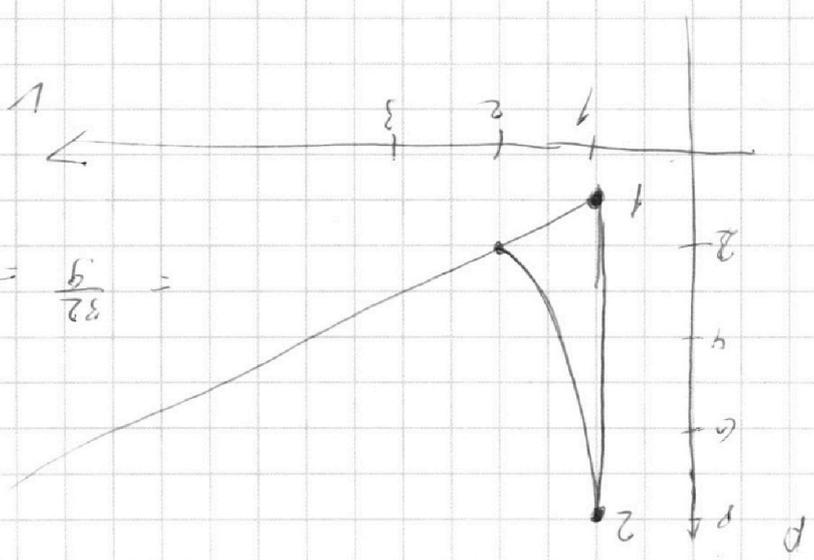
$$v_x^2 = \sqrt{v_0^2 - 2gh} \quad \frac{1}{2} S \cdot g = \int_0^t v_x \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{1}{2} S \cdot g = \int_0^t \sqrt{v_0^2 - 2gh} \cdot \sin \alpha$$

$$\frac{1}{8} = \int$$

$$V = \int$$

$$\frac{5}{3} S = \frac{5}{32} = \frac{5}{4 \cdot 8}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МОФТИ**

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



Условие!

$$1 - \cos \alpha$$

$$\frac{G}{2-10} + \frac{2}{2} \left(1 - \frac{G}{10}\right)^2 = G \cdot 3 + \left(\frac{4}{10}\right)^2$$

$$P V^{\frac{C-1}{2}} = \text{const}$$

$$P V^{\frac{C-1}{2}} = \text{const}$$

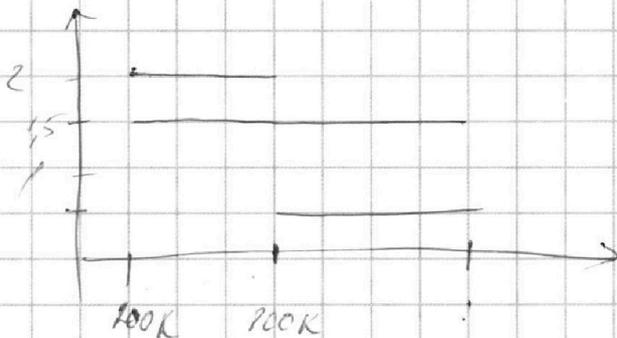
$$E Q = A + \Delta U$$

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

$$T = \frac{PV}{iR} = \frac{2.5 \cdot 10^3}{2.5 \cdot 10^3 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

$$P V^{\frac{2C-5}{2C-3}} = \text{const}$$

$$\partial c \Delta T = A A + \frac{1}{2} \partial R \Delta T$$



$$\frac{2.5 \cdot 10^3}{3}$$

$$p = \frac{\nu R T}{V}$$

$$\partial c \Delta T = P dV + \frac{1}{2} \partial R \Delta T$$

$$A = A + \frac{1}{2} \partial R \Delta T$$

$$\partial c \Delta T = \frac{\nu R T}{V} dV$$

Анализ

$$\frac{\partial c \Delta T}{T} = \frac{C - \frac{1}{2}R}{R} \frac{dT}{T} = \frac{dV}{V}$$

$$T = V$$