



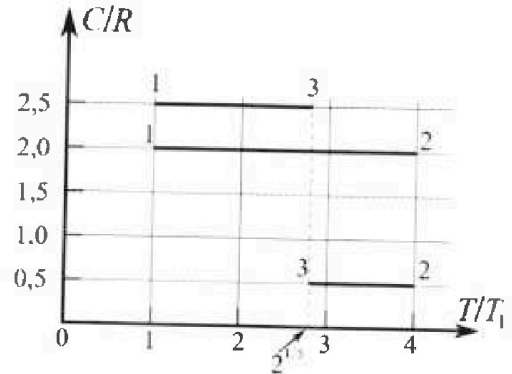
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



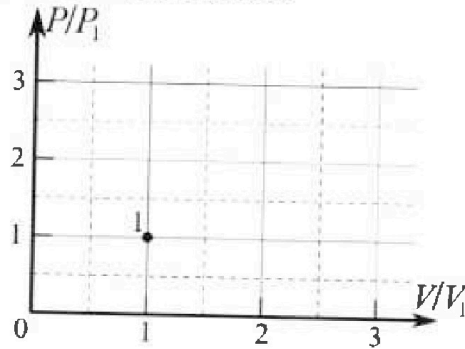
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1  $T_1 = 400$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

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.



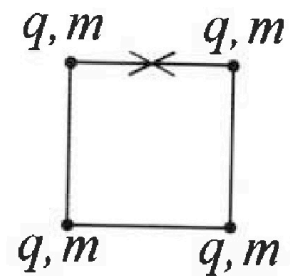
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость  $V$  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)?



Коэффициент пропорциональности в законе Кулона  $k$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01



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

1. Мяч, посланный теннисистом вертикально вверх, поднимается на максимальную высоту за  $T = 2$  с.

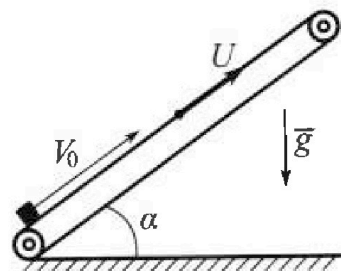
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

2) Теннисист посылает мяч с начальной скоростью  $V_0$  под различными углами к горизонту в направлении высокой вертикальной стенки, находящейся на расстоянии  $S = 20$  м от места броска. На какой максимальной высоте мяч ударяется о стенку?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление в воздухе считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,8$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 4$  м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = \frac{1}{3}$ . Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время  $T$  после старта коробка пройдет в первом опыте путь  $S = 1$  м?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? 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 скорости  $V_0$  за одинаковое время.

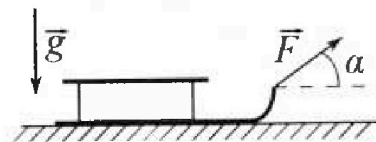
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

Во втором случае такая же по модулю сила, приложенная к санкам, направлена горизонтально. После достижения скорости  $V_0$  действие внешней силы прекращается.

1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? 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!

Дано:

$T = 2\text{ с}$

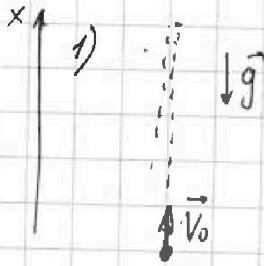
$S = 20\text{ м}$

$g = 10\text{ м/с}^2$

Найти:

$v_0 - ?$

$h_{\text{max}} - ?$



Решение:

М.к. мяч бросили вертикально вверх, он движется равноускоренно.

Из з-на сохранения энергии в ~~любой~~ момент

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}, \text{ где } h - \text{высота}$$

нахождения шарика,  $v$  - скорость шарика в этой точке,

при  $h_{\text{max}}$   $v = 0$ .

Для равноузор. движения в поле  $\vec{F}_{\text{тяг}} = \text{const}$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t \quad (\vec{v} - \text{вектор момент. скорости})$$

тогда в проекции на  $Ox$

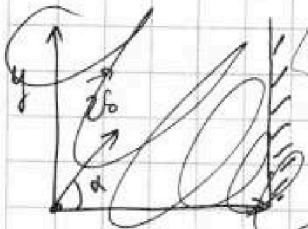
$$0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt$$

$$v_0 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ (м/с)}$$

2) ~~М.к. мяч бросили~~ ~~вертикально~~ ~~вверх~~

~~$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2} \text{ при } h_{\text{max}} v = 0$$~~



~~$$h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g}$$~~

~~$$h_{\text{max}} = \frac{20^2}{2 \cdot 10} = \frac{400}{20} = 20 \text{ м}$$~~

~~Итого:~~

Для шарика

~~$$\vec{L} = \vec{v}_0 + \frac{\vec{g}}{2} t^2$$~~

где  $\vec{L}$  - вектор перемещения мяча

На  $Ox$ :  ~~$S = v_0 \cos \alpha t$~~

На  $Oy$ :

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

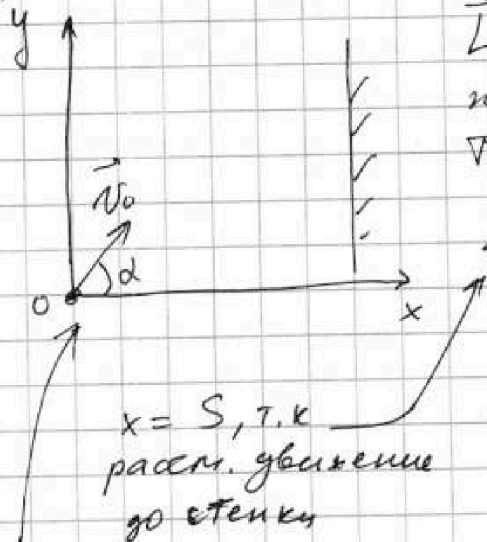


1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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

2) Введем систему ~~к~~ координат  $xOy$ .



$\vec{L} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}$ , где  $\vec{L}$  - вектор перемещения мячика

Тогда в проекции на  $Ox$ :

$$x = v_0 \cos \alpha t$$

$Oy$ :

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

Тогда

$$y = S \tan \alpha - 2 \frac{g S^2 \cos^2 \alpha}{v_0^2}$$

или

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

это уравнение параболы ветвями вниз. найдем  $y_{\max}$ .

$$y = -\frac{g S^2}{2 v_0^2} \tan^2 \alpha + S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$\tan^* \alpha$  ( $\tan \alpha$  при  $y_{\max}$ )

$$\tan^* \alpha = \frac{-S}{-\frac{g S^2}{v_0^2}} = \frac{v_0^2}{g S}$$

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

$$y_{\max} = -\frac{v_0^2}{2g} + \frac{v_0^2}{g} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} =$$

$$= -\frac{g S^2}{2 v_0^2} + \frac{v_0^2}{2g}$$



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!

$$y_{\max} = -\frac{10}{2} \frac{20^2}{20^2} + \frac{20^2}{2 \cdot 10} = -5 + 20 = 15 \text{ (м)}$$

Ответ: 1) 20 м/с  
2) 15 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!

Дано:

$$\sin \alpha = 0,8$$

$$I) v_0 = 4 \text{ м/с}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$S = 1 \text{ м}$$

$\pi$  - ?

$$II) u = 2 \text{ м/с}$$

$L$  - ?

$$III) H - ?$$

1) Введем систему координат  $XOY$

II 3-и Ньютона для коробки на  $Ox$ :

$$ma_x = -mg \sin \alpha - F_{тр}$$

на  $Ox$ :

$$ma_y = N - mg \cos \alpha$$

$$F_{тр} = \mu N \text{ при глуп. коробки.}$$

Могда

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

$$\vec{S} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

перемещение коробки на  $Ox$

пока коробка едет вверх,  $F_{тр}$  направл. против  $Ox$ .

ускорение коробки

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

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

$$t_{1,2} = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2g(\sin \alpha + \mu \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}) S}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

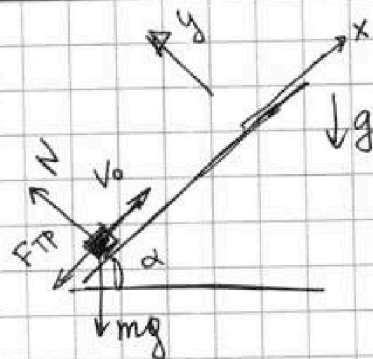
необходимо проверить, является ли полученный корень

$$t_1 = \frac{-4 + \sqrt{16 - 20(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6)}}{10}$$

~~10~~

Дискриминант  $< 0$ , следовательно, решений нет

Ответ:





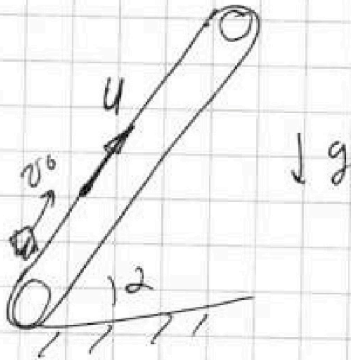
На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

2)



Перейдем в СО <sup>ленты</sup> ~~коробки~~.  
Она инерциальна, т.к.  
ускорение транспортера = 0

Поэтому  $a = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$ ,  
где  $a$  - ускорение коробки.

~~Если~~ Если конечная скорость  
коробки  $u$  будет направл.  
со ск. ленты, то в СО

ленты её скорость будет нулевой

Тогда:

$$0 = v_0^* - at \quad \leftarrow \text{время достижения скорости } u \text{ в}$$

$$t = \frac{v_0^*}{a} \quad \text{лаб. СО.}$$

$v_0^*$  - начальная  
- скорость коробки в СО ленты.

$$v_0^* = v_0 - u \quad \leftarrow \text{из закона сложения скоростей}$$

$$t = \frac{v_0 - u}{a} = 0,2 \text{ с}$$

Пер. обратно в лаб. СО

$$L = v_0 t - \frac{at^2}{2}$$

$$L = 4 \cdot 0,2 - \frac{10 \cdot 0,2^2}{2} = 0,8 - 0,2 = 0,6 \text{ (м)}$$

Ответ

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!

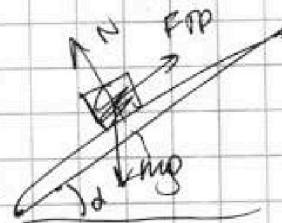
Также скорость  $U$  может быть направлена  
против ленты, т.к. после остановки <sup>отн. ленты</sup> коробка  
идет <sup>по ленте</sup> вниз (т.к.  $\mu g \sin \alpha > \mu g \cos \alpha$ )

ускорение коробки при её движении <sup>вниз</sup> отн. ленте

$$a^* = g \sin \alpha - \mu \cos \alpha = 6 \text{ м/с}^2 \quad \text{смысл}$$

(и) II з-на Ньютона для  
коробки при движении <sup>вниз</sup>  
отн. ленте.

действ. на  
коробку при  
её движении



$$\text{В СО ленты } \vec{v}_{\text{конечн}}^* = -2U \quad \text{вниз}$$

конечн. скорость коробки в СО ленты

$$2U = a^* t^{**}$$

от остановки коробки в СО ленты до её разгона до  $2U$

$$t^{**} = \frac{2U}{a^*} = 0,6 \text{ с}$$

перемещение <sup>вниз</sup> за это время ~~(в СО ленты)~~ в СО ленты

$$L^{**} = \frac{1}{2} a^* t^{**2} = \frac{4U^2}{2a^*} = 1,33 \text{ м (вниз)}$$

перемещ. за это время в <sup>лаб.</sup> СО:

$$L^{***} = L^{**} - U \cdot t^{**} = 1,33 - 2 \cdot 0,6 = 0,13 \text{ м (вверх)}$$

Но до остановки в СО ленты коробка проехала  
 $0,6 \text{ м}$  вверх в лаб. СО (см. п 1)

тогда

$$L_1 = L + L^{***} = 0,6 \text{ м (совпадает с } L)$$





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. Печать QR-кода недопустима!

3) В СО найти скорость коробки в этот момент

$$\vec{V} = 0 - \vec{U} = -\vec{U}$$

До сбитовки в СО длина коробки пройдет  $L = 0,6 \text{ м}$   
(см п.1)

после сбитовки в СО ~~нет~~ длина коробки пройдет  
в СО длины:

$$l = \frac{U^2}{2a^*} = 0,33 \text{ м} \quad \text{за время } t = \frac{U}{a^*} = 0,33 \text{ с}$$

в ~~СО~~ над СО:

$$l = \cancel{0,6 \text{ м}} - l + U t = \cancel{0,6 \text{ м}} + 0,66 \text{ м} = 0,33 \text{ м}$$

$$L_{\text{общ}} = 0,6 \text{ м} + l = \cancel{0,6 \text{ м}} + 0,33 \text{ м}$$

(см п.1)

$$H = L_{\text{общ}} \sin \alpha = \cancel{0,6 \text{ м}} + 0,33 \text{ м} \cdot 0,75 = 0,75 \text{ м}$$

ответ.

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!

Дано:

$v_0$

$L$

$g$

Найти

$\mu$

$T$

Напишем II 3-и законы Ньютона  
для санки на  $Ox$

$$ma_x = F \cos \alpha - \cancel{F_{TP}} \quad \text{на } Oy$$

$$ma_y = N + F \sin \alpha - mg$$

$$F_{TP} = \mu N, \text{ т.к. санки едут.}$$

тогда

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

Во втором случае

II 3-и Н. на  $Ox$

$$ma_x^* = F - F_{TP}^*$$

$$ma_y^* = N^* - mg$$

$$\cancel{F_{TP}^*} = \mu N^*, \text{ т.к. санки едут}$$

тогда

$$ma_x^* = F - \mu mg$$

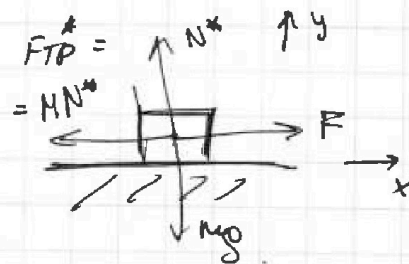
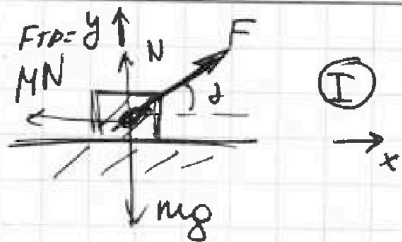
Т.к.  $F = \text{const}$  и достигшие скорости  $v_0$  пр.  
за одно и то же время  $a_x = a_x^* = \text{const}$

тогда

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

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

ответ



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. Пору QR-кода недопустима!

После прекращения действия  $F$

II 3-и Ньютона для санок

$$m a_y = N^{**} - m g$$

$$m a_x = F_{\text{тр}}^{**}$$

$$F_{\text{тр}}^{**} = \mu N^{**}, \text{ т.к. санки едут.}$$

тогда

$$a_x = \mu g$$

Так как санки разогнаны, т.к.  $a_x = \text{const}$

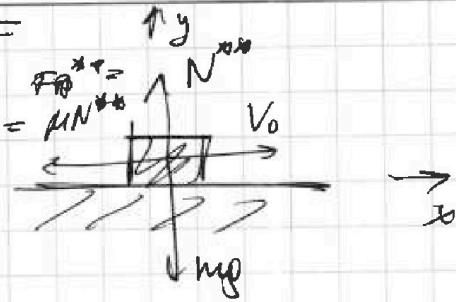
$$v_{\text{конечн}} = v_0 - a t$$

$$\text{при остановке } v_{\text{конечн}} = 0$$

тогда

$$v_0 = a T$$

$$T = \frac{v_0}{a} = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0}{g \left( \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)} \quad \text{Ответ}$$



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!

Дано:

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

Найти:

$$A_{12}$$

1)

1) Для газа справедливо 1-е начало термодинамики

$$Q = \Delta U + A$$

т.к. газ одноатомный,

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \text{ (из Т-мн Больцмана)}$$

$$E_k = \frac{3}{2} kT$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} = \frac{3}{2} R + \frac{A}{\Delta T}$$

Найдем  $A_{12}$

$$\left. \begin{array}{l} R \\ \text{м.к.} \end{array} \right\} \nu = 1$$

$$C_{12} = \frac{3}{2} R + \frac{A_{12}}{\Delta T} \quad (1)$$

из графика  $C_{12} = 2R$ , тогда  $\frac{A}{\Delta T} = 2R - \frac{3}{2}R = \frac{1}{2}R$

тогда  $A_{12} = \frac{1}{2} R \Delta T$ . ~~из графика~~

$\Delta T = T_2 - T_1$ , из графика  $T_2 = 4T_1$

$$A_{12} = \frac{1}{2} R (4T_1 - T_1) = \frac{3}{2} R T_1$$

$$A_{12} = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 3 \cdot 400 \approx 14958 \text{ Дж} \text{ ответ.}$$

$$2) \eta = \frac{A_{\text{общ}}}{Q} = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q} = \frac{A_{12}}{Q} + \frac{A_{23}}{Q} + \frac{A_{31}}{Q}$$

$$\frac{A_{12}}{Q} = \frac{C_{12} - \frac{3}{2}R}{C_{12}} \text{ (из пункта 1)} = \frac{0,5}{2} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{A_{23}}{Q} = \frac{C_{23} - \frac{3}{2}R}{C_{23}} = \frac{0,5}{5} = \frac{1}{10}$$

(аналогично  $A_{12}$ )

$$\frac{A_{31}}{Q} = \frac{C_{31} - \frac{3}{2}R}{C_{31}} = \frac{2}{5}$$

$$\eta = \frac{1}{4} + \frac{2}{5} - 2 = -1,35 \text{ ответ.}$$

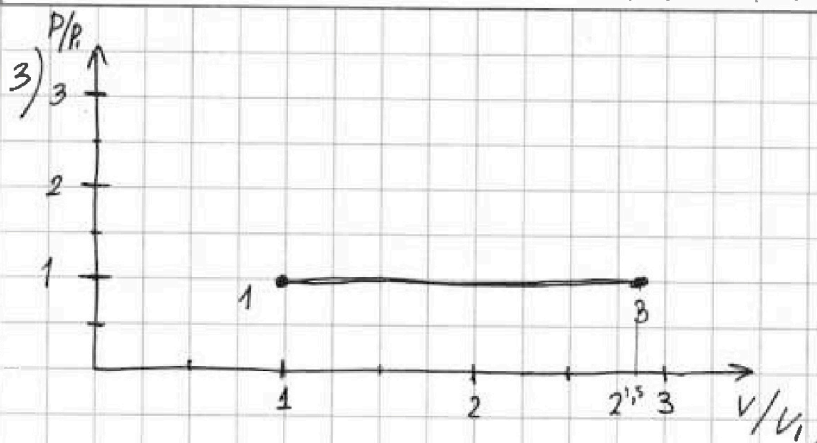
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Углы от 1-3 изобразил (Скорость = 2,5!)

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

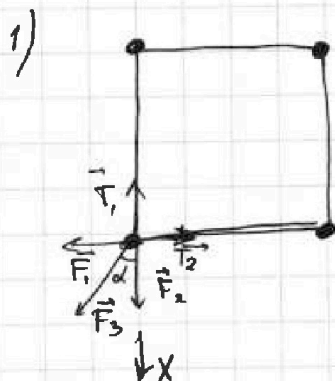
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Дано:

6  
м  
9



Рассм. сил, действующих на шарик

$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$  (из симметрии сил)

$|\vec{T}_1| \geq |\vec{T}_2|$  из симметрии сил

II 3-й Ньютон для шарика

$$\text{Ox: } ma_x = F_2 + F_3 \cos \alpha - T_1$$

" шарик покоится

$$F_2 = k \frac{q^2}{6^2} \text{ (из } q \text{ на } k \text{ на)}$$

$$F_3 = k \frac{q^2}{26^2} \text{ (из } q \text{ на } k \text{ на)}$$

$\alpha = 45^\circ$ , т.к. фигура - квадрат

тогда

$$T = k \frac{q^2}{6^2} + k \frac{q^2}{26^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = k \frac{q^2}{6^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$$

ответ.

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. Порука QR-кода недопустима!

$$c = \frac{Q}{T} = \frac{4}{3}$$

при изохорном

$$Q = U + A$$

$$U = \frac{3}{2} \nu R T$$

$$P \Delta V = 0$$

при изохорном  $c = \frac{3}{2}$

при изобарном

$$c = \frac{5}{2}$$

$$10(0,3 - 0,2) =$$

$$= 6 \text{ Дж/с}$$

$$c = \frac{Q}{T} = \frac{3}{2} + A$$

$$\frac{24 \cdot 4}{2 \cdot 6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} = 1,33 \text{ A} \cdot 2 = 0,5 \nu R T$$

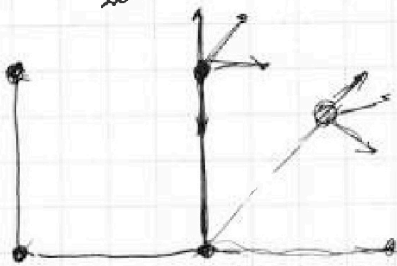
$$E_k = \frac{3}{2} k T$$

$$E_k \cdot N = \frac{3}{2} \nu R T$$

$$S = v_0 t - \frac{g t^2}{2}$$

$$1 = 4t - 5t^2$$

$$16 - 4,5$$



$$\begin{array}{r} 2 \\ 0,93 \end{array} \Bigg| \begin{array}{r} 8 \\ 4 \\ 4 \\ 7,1 \end{array}$$

$$T_1 = 400$$

$$T_2 = 4T = 1600$$

$$A = 0,5 R (1600 - 400) =$$

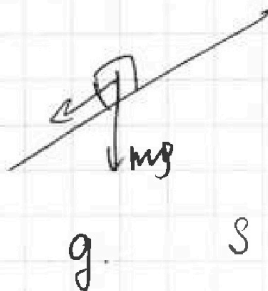
=

$$\frac{1}{3} = 0,33$$

$$\frac{k q_1 q_2}{r}$$

$$\frac{2}{6}$$

$$\frac{1}{3}$$



~~g~~

g

$$S = \frac{v \cdot 16}{20} = 1,6$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

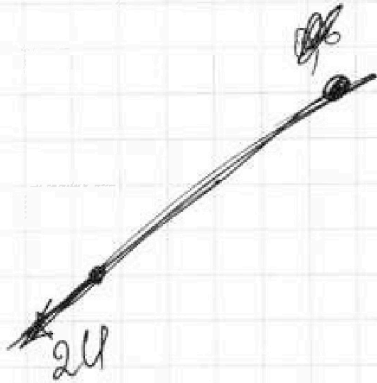


1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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

*Успех!*





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)

$$0,25 + 0,4 - 2 =$$

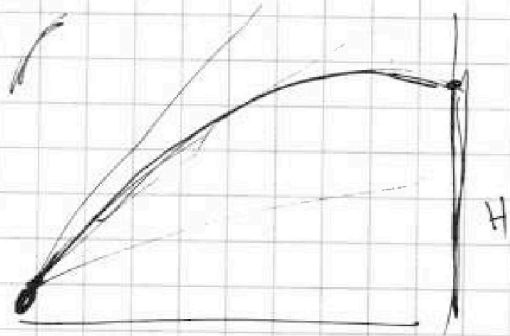
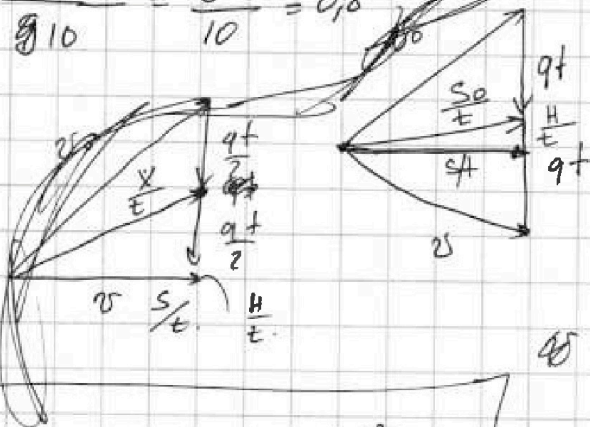
$$= 0,65 - 2 =$$

$$= -1,35$$

$$v_0^2 - v^2$$

$$L = 2a$$

$$L = \frac{4^2 - 2^2}{g/10} = \frac{16 - 4}{10} = 0,8$$



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

$$\frac{m v_0^2}{2} = mgh + \frac{m v^2}{2}$$

$$v_0^2 = 2gh + v^2$$

$$v_0^2 = 2gh$$

$$h = \frac{v_0^2}{2g} = \frac{20^2}{20} = 20 \text{ m}$$

$$H = v_0 S \sin \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$H = S \sin \alpha - \frac{g S^2 \cos^2 \alpha}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = \frac{g S^2}{2 v_0^2}$$

$$\cos^2 \alpha + \tan^2 \alpha = 1$$

$$\cos^2 \alpha (1 + \tan^2 \alpha) = 1$$

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

$$2^{1,5} = 2^{\frac{3}{2}} =$$

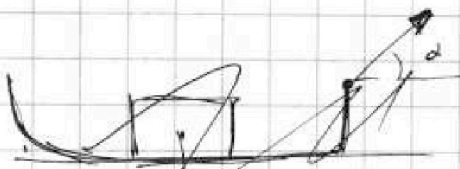
$$= \sqrt{8}$$

$F \cos \alpha - m g + m F \sin \alpha = F - m g$

2)

$$\frac{m v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - m g h$$

$$m \frac{v^2}{2} = \frac{m v_0^2}{2} - m g h$$



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!

$2 = 10 \cdot 0.2$

$L = \frac{16-4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = 0.6$

I)  $F \cos \alpha - \mu N = ma$

$N + F \sin \alpha = mg$

II)  $N^* = mg$

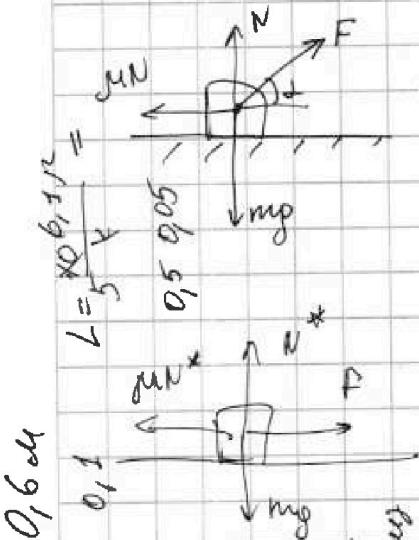
$F - \mu N^* = ma$

$F - \mu mg = ma$

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

~~$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = ma$~~

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



0,6 м

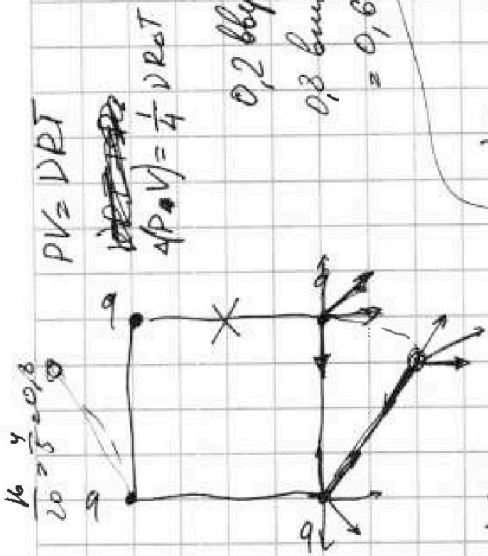
$\frac{m v_0^2}{2} = F \cos \alpha S - \mu N S$

$\frac{m v_0^2}{2} = F S - \mu N^* S$

$\frac{0.2 \cdot 10}{2} = \frac{10 \cdot 0.4}{2}$

$0.2 - 0.2$

$\frac{m \cdot 20}{20 \cdot 2}$

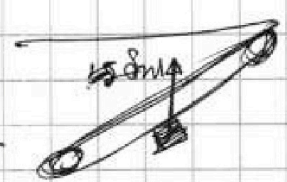


$0.8 - 2 \cdot 0.2 = 0.4 \text{ м/с}^2$

$\frac{g}{2} = \frac{2g}{2} = g$

$\frac{4 \cdot 4}{20} = 0.8$

$\frac{4 \cdot 2^2}{10} = 1.6$



$4 \cdot 0.2 - 5 \cdot 0.2 = -1.0$

$\frac{m^2 \cdot 20}{20 \cdot 2}$

$\frac{2g}{2} = g$

$\frac{m^2 \cdot 20}{20 \cdot 2}$

$\frac{2g}{2} = g$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7

МФТИ

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

$$H = 20x - 5x^2 - 5$$

максимум при

$$x_{\max} = \frac{-20}{-10} = 2$$

$$-5x^2 + 20x - 5$$

$$x_{\max} = \frac{-20}{-10} = 2$$

Решение

Решение

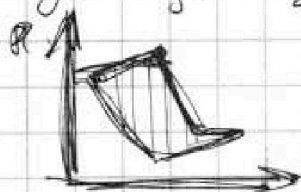
←

$$H = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 - 5 = 20 \cdot 2 - 20 - 5 = 40 - 25 = 25$$

$$\frac{20^2}{10 \cdot 20} = 2$$

$$40 - 25 = 25$$

$$y_{\max} = \frac{20^2}{2 \cdot 10} = 10$$



$$y_{\max} =$$

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

$$1 = 5t - 5t^2$$

$$v_0 = g t$$

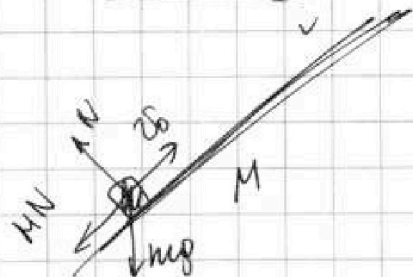
$$t = 0,4 \text{ c}$$

$$\frac{5}{8} = \frac{5t}{4}$$

$$S = 4 \cdot 0,4 - 5 \cdot 0,4^2 =$$

$$= 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

$$\frac{5t^2}{2} = \frac{5 \cdot 0,16}{2} = 0,4$$



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

$$\frac{5 \cdot 0,16}{2} = 0,4$$

$$1 = 4t - 5(0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) t^2$$

$$-5t^2 + 4t - 1 = 0$$

$$5x^2 - 4x + 1 = 0$$

$$D = 16 - 4 \cdot 20 = 36$$

$$D = 16 - 4 \cdot 20$$

$$\cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6$$

$$t_{1,2} = \frac{-4 \pm 6}{-10}$$

$$\frac{0,6}{3} = 0,2$$

$$t_1 = 1 \text{ c}$$

$$t_2 = -2$$

$$S = \frac{v_0 t}{2} = \frac{4 \cdot 1}{2} = 2$$



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!

1-3 задачи



$$\frac{mV_0^2}{2} = (F \cos \alpha - m(mg - F \sin \alpha))s$$

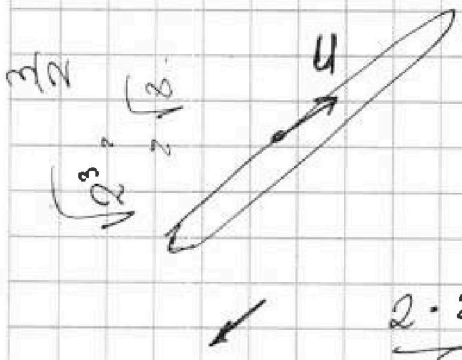
$$\frac{mV_0^2}{2} = (F - m \sin \alpha) s$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = F \cos \alpha - m \sin \alpha + m F \sin \alpha$$

$$D = F - F \cos \alpha - m F \sin \alpha$$

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

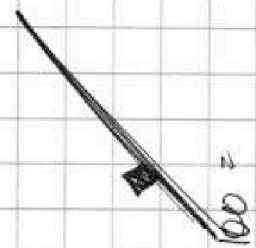
PV = DRT



$$\frac{2 \cdot 2.2}{6}$$

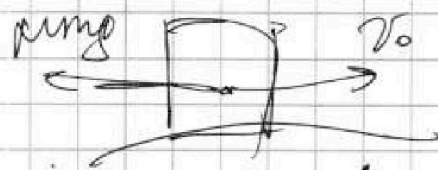
$$\frac{2 \cdot 4}{6}$$

$$\frac{24 \cdot 4}{8 \cdot 6} = 8$$



$$\begin{array}{r} 8,31 \\ \times 1,8 \\ \hline 6648 \\ + 8310 \\ \hline 14958 \end{array}$$

$$= 14958$$

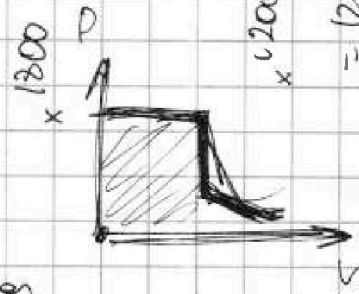
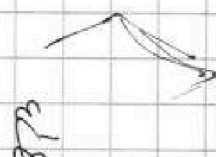
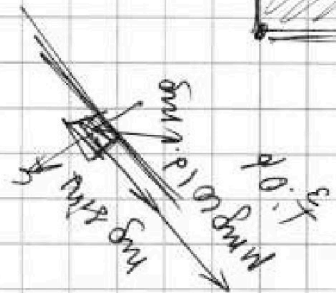
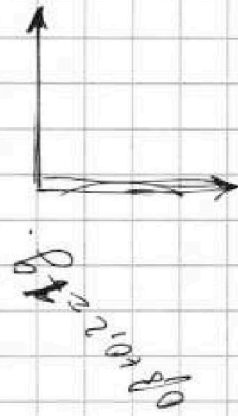


$$s_0 = v_0 t$$

$$1 = 4t - 5t^2$$

$$-5t^2 + 4t - 1 = 0$$

$$D = 16 - 20 = -4$$



$$= 200 + 600 = 800$$

$$= 200 + 600 = 800$$