



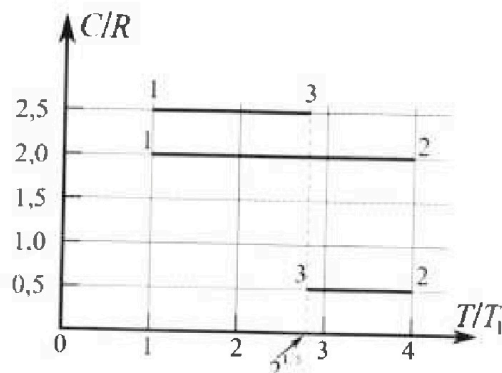
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



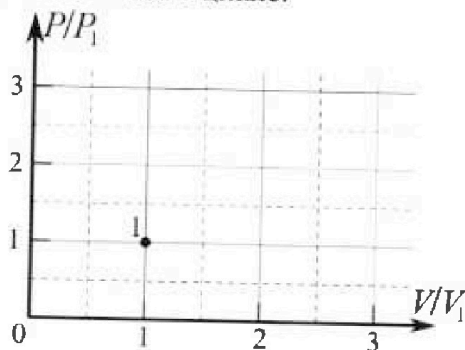
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2, 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 объем в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



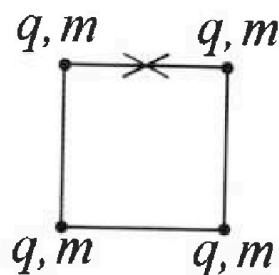
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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 сверху (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.

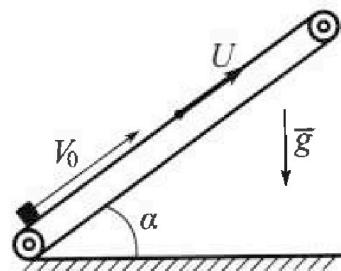
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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.

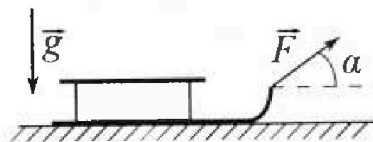
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рис.).

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                        |
| <input checked="" 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!

Дано:

$$T = 2 \text{ с}$$

$$S = 20 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Найти:

$$V_0 - ?$$

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

x ↑

1)



Решение:

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

Из 3-на сохранения энергии  
в ~~наблюд~~

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{mV^2}{2}, \text{ где } h - \text{высота}$$

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

при  $h_{\text{max}}$   $V = 0$ .

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

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

тогда в проекции на  $Ox$

$$0 = V_0 - gT$$

$$V_0 = gT$$

$$V_0 = 10 \cdot 2 = 20 \text{ (м/с)}$$

2) ~~Упр. для сохранения~~

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh + \frac{mV^2}{2} \text{ при } h_{\text{max}} V = 0$$

тогда

$$\frac{mV_0^2}{2} = mgh_{\text{max}}$$

$$h_{\text{max}} = \frac{V_0^2}{2g} = \frac{20^2}{2 \cdot 10} = 20 \text{ м}$$

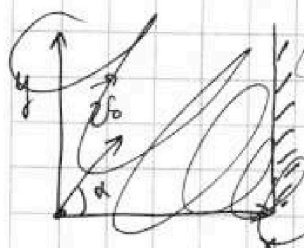
Итак.

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

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

$$\text{На } Ox: S = V_0 \cos \alpha \cdot t$$

На  $Oy$ :





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

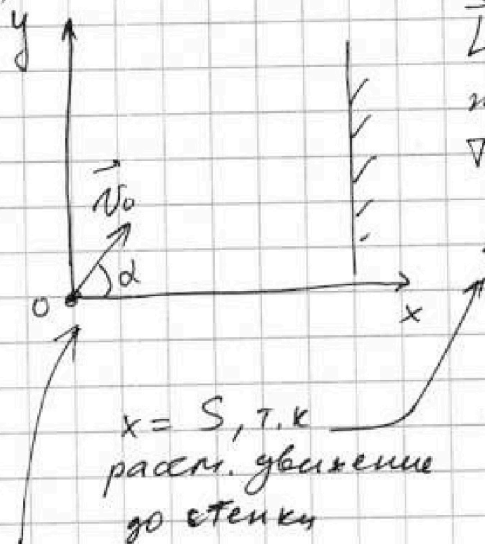
МФТИ

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!



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



$x = S$ , т.к.  
расст. убывание  
до стенки

$\alpha$  - угол, под которым  
кинула мяч

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

Тогда в проекции на  $Ox$ :

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

$Oy$ :

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

Тогда

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

или

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

это уравнение параболы ветви  
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                        |
| <input checked="" 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!

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

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:

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

$$I) V_0 = 4 \text{ м/с}$$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

$$T - ?$$

$$II) U = 2 \text{ м/с}$$

$$L - ?$$

$$III) H - ?$$

1) Введем систему  
координат  $ХОУ$

II 3-и Нютона для  
коробки на  $OX$ :

$$ma_x = -mg \sin \alpha - F_{тр}$$

на  $OX$ :

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

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

тогда

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

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

перемещение коробки  
на  $OX$

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

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

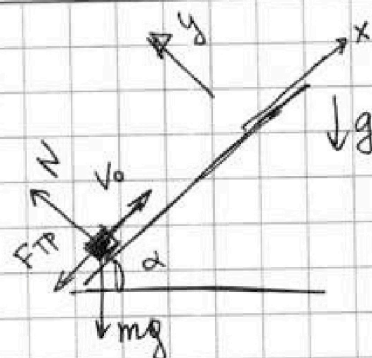
$$t_{1,2} = \frac{-v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)S}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

необходимый для прохождения коробки

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

Дискриминант  $< 0$ ,  
след, решений нет

Ответ:





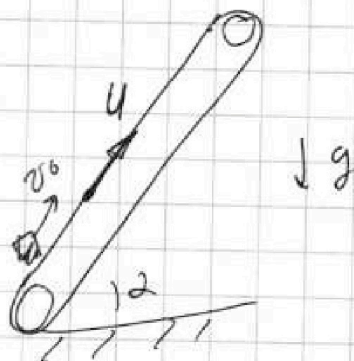
На одной странице можно оформлять только одну задачу.  
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

2)



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

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

~~Если~~ Если конечная скорость  
коробки и будет направл.  
СО ок. ленты, то в СО  
ленты её скорость будет нулевой

тогда:

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

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

$v_0^*$  <sup>начальная</sup> скорость коробки в СО ленты.

$$v_0^* = v_0 - u \quad \text{из-за разности скоростей}$$

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

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:

МФТИ

|                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

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

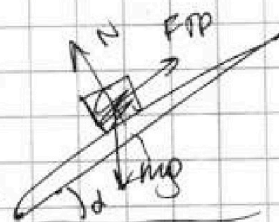
Также скорость  $U$  может быть направлена  
против ленты, т.к. после остановки <sup>отн. ленты</sup> коробка  
передвигается <sup>по ленте</sup> вверх (т.к.  $\mu g \sin \alpha > \mu g \cos \alpha$ )

ускорение коробки при её движении вверх отн. ленте

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

(и) II з-на используем для  
коробки при движении вверх  
отн. ленте.

действ. на  
коробку при  
её движении  
вверх



$$\text{В СО ленты } \vec{v}_{\text{кон}} = -2U$$

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 ~~туда~~ за это время ~~вверх~~ в СО ленты

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

перемещ. за это время в лаб. 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 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                        |
| <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. Печать QR-кода недоступна!

3) В СО меняет скорость коробки в этот момент

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

До остановки в СО меняет коробка пройдет  $L = 0,6 \text{ м}$   
(см п.1)

после остановки в СО ~~меняет~~ меняет коробка пройдет  
в СО меняет:

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

в ~~СО~~ над СО:

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

$$L_{\text{общ}} = 0,66 \text{ м} + l = 0,99 \text{ м}$$

(см п.1)

$$H = L_{\text{общ}} \sin \alpha \approx 0,99 \text{ м} \cdot 0,75 = 0,75 \text{ м}$$

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                        |
| <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!

Дано:

$V_0$

$L$

$g$

Найти:

$\mu$

$T$

Напишем II 3-и законы

для санок на  $Ox$

$$ma_x = F \cos \alpha - F_{тр}$$

на  $Oy$

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

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

тогда

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

Во втором случае

II 3-и Н. на  $Ox$

$$ma_x^* = F - F_{тр}^*$$

$$ma_y = N^* - mg$$

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

тогда

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

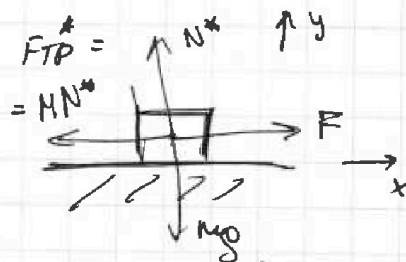
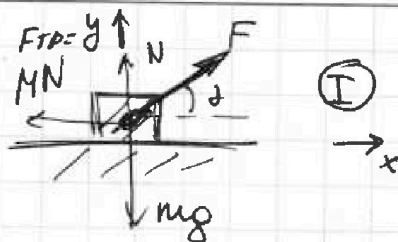
Т.к.  $F = \text{const}$  и достижение скорости  $V_0$  пр.  
за одно и то же время  $a_x = a_x^* = \text{const}$

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. Порука QR-кода недопустима!

После прекращения действия  $F$

II 3-и Ньютона для санок

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

$$m a_x = F_{тр}^{**}$$

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

тогда

$$a_x = \mu g$$

Так как движение равноускоренное, то  $a_x = \text{const}$

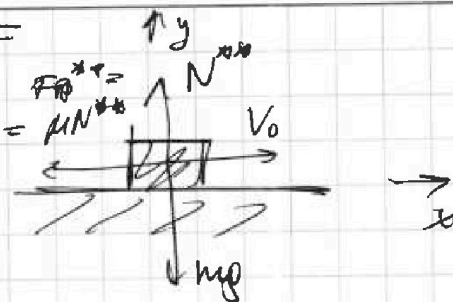
$$v_{\text{конечн}} = v_0 - a t$$

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

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,

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

$$\epsilon_k = \frac{3}{2} kT)$$

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

Найдем  $A_{12}$

$$R_{\text{м.к.}} \nu = 1$$

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

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  $T_2 = 4T_1$

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

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

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

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

$$\frac{A_{23}}{Q} = \frac{C_{23} - \frac{3}{2} R}{C_{23}} = 0 - 2$$

(аналогично  $A_{12}$ )

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

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



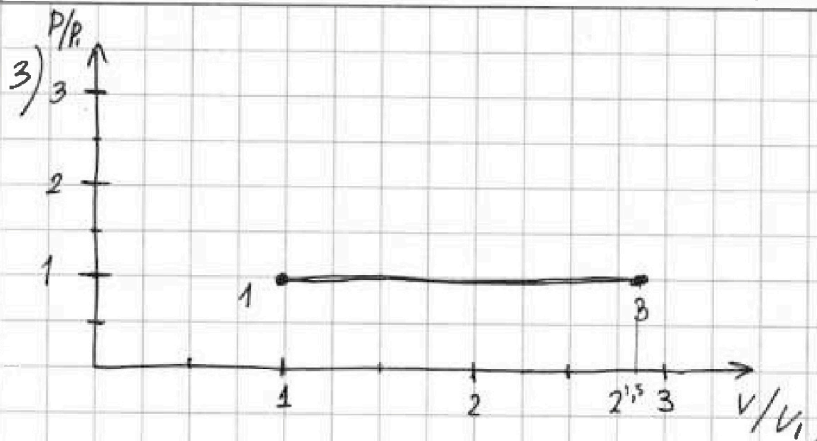
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Угелок 1-3 изобара ( $C_{изобары} = 2,5$ !)

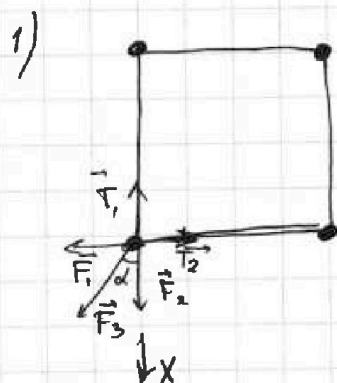


|                          |                          |                          |                          |                                     |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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"/> |

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 Ньютона для шарика

$$Ox: m a_x = F_2 + F_3 \cos 45^\circ - T_1$$

т.к. шарик покоится

$$F_2 = k \frac{q^2}{6^2} \text{ (из 3-на 6-на)}$$

$$F_3 = k \frac{q^2}{26^2} \text{ (из 3-на 2-на)}$$

$\alpha = 45^\circ$ , 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                        |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

МОТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча 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

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

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

$$= 6 \text{ м/с.}$$

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

$$\frac{24 \cdot 4}{2 \cdot 6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} = 1,33 \quad A_{12} = 0,5 \nu R T$$

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

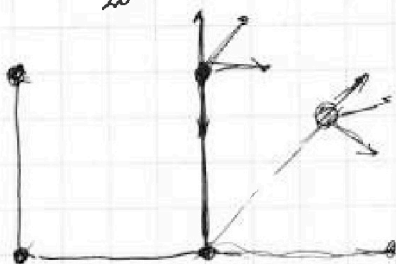
$$E_k = \frac{3}{2} k T$$

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

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

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

$$16 - 4,5$$



$$\begin{array}{r} 2,93 \\ \times 0,18 \\ \hline 4,41 \\ 17,16 \\ \hline 0,5154 \end{array}$$

$$T_1 = 400$$

$$T_2 = 4 T_1 = 1600$$

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

2

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

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

$$\frac{2}{6} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{42}{2 \cdot 6} = \frac{7}{6}$$

$$\frac{42}{2 \cdot 6} = \frac{7}{6}$$

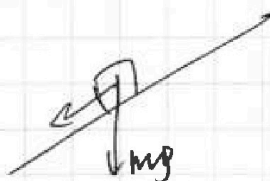
$$\frac{42}{2 \cdot 6} = \frac{7}{6}$$

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

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

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

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



$$g \cos \alpha$$

$$g$$

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



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

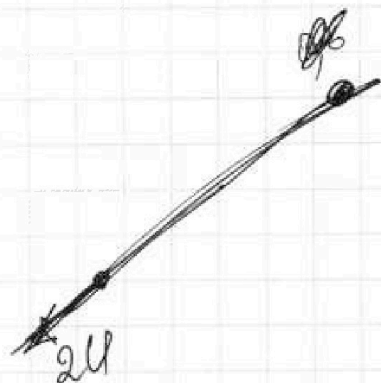
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

|                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 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!

Успехов.





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!



1)

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

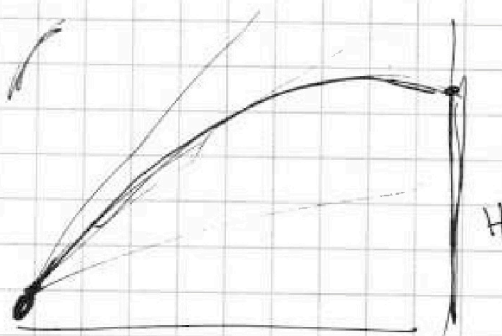
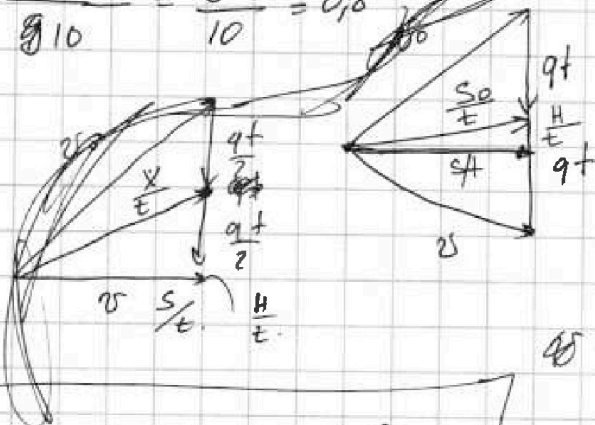
$$= 0,65 - 2 =$$

$$= -1,35$$

$$v_0^2 - v^2$$

$$L = 2a$$

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



$$\begin{cases} v_0 \cos \alpha t = S' \\ v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = H \end{cases}$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = mgh + \frac{mv^2}{2}$$

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

$$v_0^2 = 2gh$$

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

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

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

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

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

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

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

$$= \sqrt{8}$$

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

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 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!

$L = \frac{16-4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{2} = 6,0$

$2 = 10 \cdot 0,2$

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

$N + F \sin \alpha = mg$

II)  $N^* = mg$

$F - \mu N^* = ma$

$F - \mu mg = ma$

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

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

$\frac{mv_0^2}{2} = F \cos \alpha S - \mu N S$

$\frac{mv_0^2}{2} = FS - \mu N^* S$

$0,8 - 2 \cdot 0,2 = 0,4$

$0,4 \cdot 10 = 4$

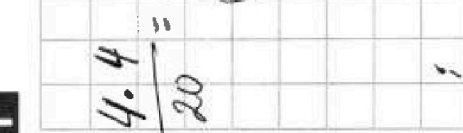
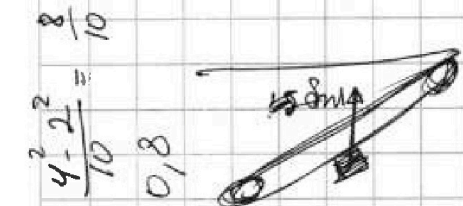
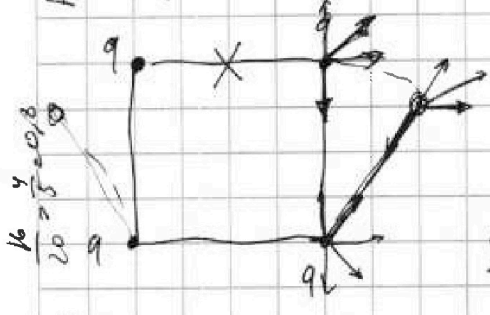
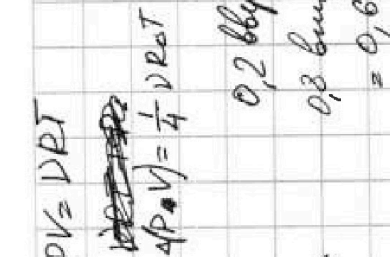
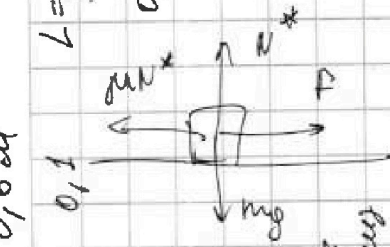
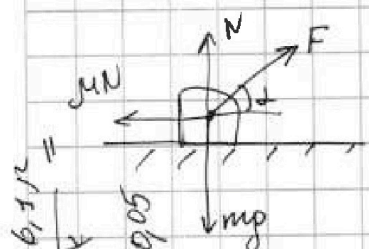
$4 \cdot 0,2 = 0,8$

$\frac{mv^2}{2}$

$\frac{mv^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2} - \mu mg S$

$\frac{mv^2}{2}$

$\frac{mv^2}{2}$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

максимум при

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

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

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

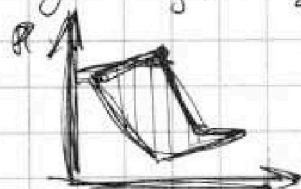
$$H = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 - 5 = 20 \cdot 2 - 20 - 5 = 15$$

$$40 - 25 = 15$$

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

Решение задачи 1

$$\tan \alpha = \frac{20}{2} = 10$$



$$y_{\max} =$$

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

$$1 - 2.5 - 5'0$$

$$v_0 = g t$$

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

$$\frac{g}{2} = \frac{g'0}{1}$$

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

$$= 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ m}$$

$$\frac{S'0}{S'1 - S'0}$$

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

$$\frac{0,16}{0,80}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$t_2 = -2$$

$$A \Delta t = \frac{A \Delta t}{c}$$





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!



1-3 задача

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

$$\frac{mV_0^2}{2} = (F - \mu mg)s$$

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

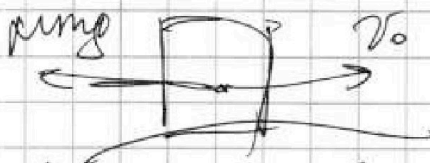
$$D = F - F \cos \alpha - \mu F \sin \alpha$$

PV = DRT

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

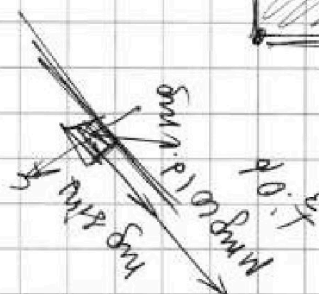
$$\mu = 14953$$

$$\begin{array}{r} 28,31 \\ \times 8,18 \\ \hline 22648 \\ + 22648 \\ \hline 231818 \end{array}$$



$$200 \times 1,5 = 300$$

$$1000 = 1000 + 1000 = 2000$$



$$S = v_0 t$$

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

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

$$27162420$$

