



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**



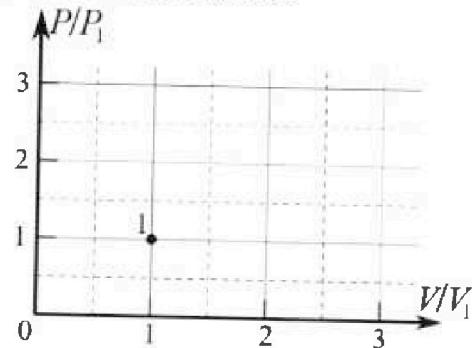
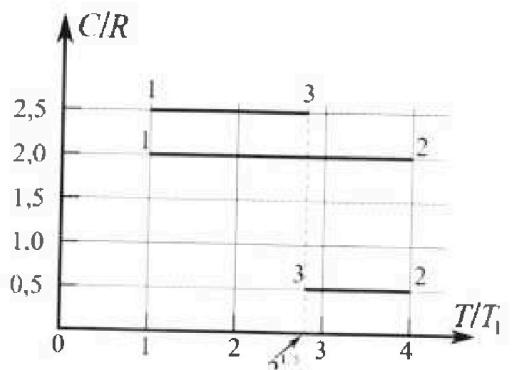
**Вариант 10-01**

*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).

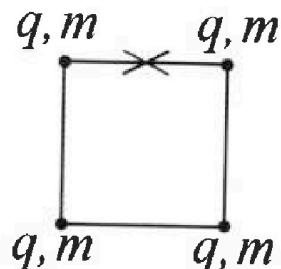
- 1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

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 про порциональности 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.

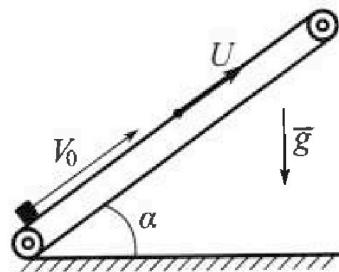
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

2) Теннисист посыпает 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  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . 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  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ . 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  $S = 1 \text{ м}$ ?

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

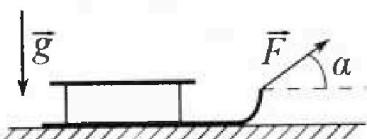
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2 \text{ м/с}$ ?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . 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"/> |

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:

$$V_0 - ?$$

$$U_{\max} - ?$$

$\times 1$

1)



Решение:

М.к мяг броши вертикально вверх,  
он движется равноускоренно.

Из з-на сохранения энергии  
в максимуме

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

находящееся мячику,  $v$  - скорость  
мячику в этой точке,

При  $U_{\max} v = 0$ .

Для равноускор. движения в поле  $F_{\text{ grav}} = \text{const}$

$\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{g}t$  ( $\vec{v}$  - 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) ~~Под хор. начертан~~

~~Составим уравнение~~

~~мога~~

~~$H_{\max} = V_0^2 / 2g$~~

~~Установ.~~

Для мячики

~~$T = V_0 + \frac{gt}{2}$~~

~~т-время~~  $t$  - время  
~~перемещения мяча~~

~~На  $Ox$ :  $S = V_0 t + \frac{1}{2}gt^2$~~

~~На  $Oy$ :~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

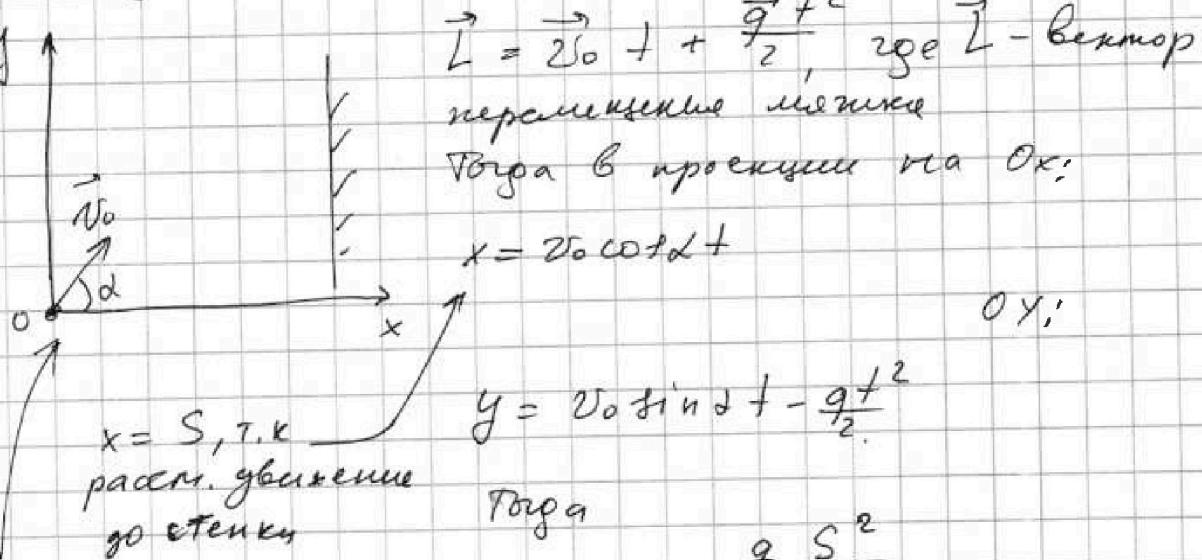


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

2) Выведите систему ~~координат~~ координат  $xoy$ .



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

Тогда в проекции на  $Ox$ :

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

$Oy$ :

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

Тогда

$$\frac{g}{2} \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$\angle$  - угол, под которым  $y = S \tan \alpha - \frac{g}{2} \frac{S^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha}$

или

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

это уравнение параболы верхней  
внш. падени  $y$  макс.

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

$\tan^2 \alpha$  ( $\tan \alpha$  при  $y$  макс)

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

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

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

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



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"/> |

МФТИ

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

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

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

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

МФТИ

Дано:

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

I)  $V_0 = 4 \text{ м/с}$

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

$$S = 1 \text{ м}$$

T - ?

II)  $U = 2 \text{ дж}$

L - ?

III) H - ?

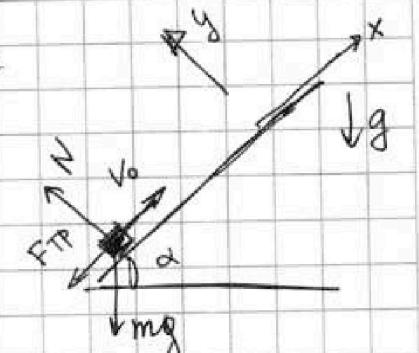
1) В вершинах системы  
координат  $XOY$

II 3-и Ньютона где  
коробки на  $OX$ :

$$ma_x = -mg \sin \alpha - F_{\text{тр}}$$

на  $OY$ :

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



пока коробка едет  
вверх,  $F_{\text{тр}}$  направлен против  
 $OX$ .

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

Можно

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

$$S = V_0 t + \frac{\vec{a} t^2}{2}$$

перемещение коробки  
по  $OX$

$$S = V_0 t - \frac{g}{2} (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2$$

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

$$t_{1,2} = \frac{-V_0 \pm \sqrt{V_0^2 - 2g(\sin \alpha + \mu \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}) S'}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$$

небольшой отрицательный коробка движущийся вниз

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

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

0

Дискриминант  $< 0$ ,  
след., решения нет

Ответ:



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

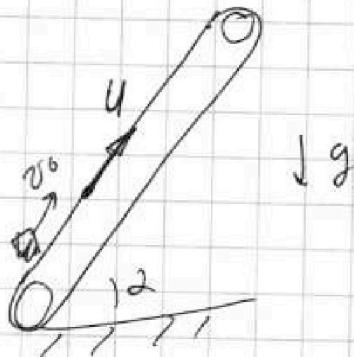
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1 | <input checked="" type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 | <input type="checkbox"/> 5 | <input type="checkbox"/> 6 | <input type="checkbox"/> 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 СД ленты.  
Она инерциальная, т.к  
ускорение транспортера = 0.

Поэтому  $a = g(\sin\theta + \mu \cos\theta)$ ,  
где  $\mu$  - коэффициент трения.

Если конечная скорость коробки  $v$  будет совпадать  
с оск. ленты, то в СД

личиной её скорости будет нуль.

Причина:

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

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

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

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

Переведем обратно в лаб. СД

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

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

Ответ



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

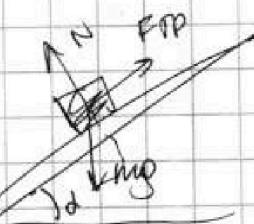
Также скорость  $U$  может быть направлена  
против ленты, т.к. после установки коробка  
идет вниз <sup>по ней</sup> ( $\mu g \sin \alpha > \mu g \cos \alpha$ )

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

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

(у) II з-на искомое для  
коробки при движении вниз  
отн. ленты.

$$V_{CD} \text{ ленты } U_{\text{коробки}} = 2U \text{ вниз}$$



коэффициент скорости коробки в CD лентах

$$U_{CD} = a^* t^*$$

С момента установки коробки в CD лентах до её разгона до  $2U$

$$t^* = \frac{2U}{a^*} = 0,66 \text{ с}$$

Начиная с этого момента разгоняется в CD лентах

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

перемещ. за это время в CD лаб. СД.

$$L^{**} = L^* - U \cdot t^{**} = 1,33 - 2 \cdot 0,66 = 0,06 \text{ м} / \text{вниз}$$

Но до установки в CD лентах коробка проехала  
 $0,6 \text{ м}$  вверх в лаб. СД (см. п 1)

тогда

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



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

3) В СО ленты ежедневно коротают 6 яблок в этот момент

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

До остановки в СО ленты коротка проходит  $L = 0,6$  м  
(см п.1)

после остановки в СО ~~в~~ ленты коротка проходит  
в СО ленты:

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

6 яб СО:

$$l = -0,6 \text{ м} - l + Ut = -0,6 \text{ м} + 0,33 \text{ м} = 0,33 \text{ м}$$

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

(см п.1)

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

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:

$v_0$

$\alpha$

$g$

Найти

$M$

$T$

Написание II 3-и изложил  
две санки на  $Ox$

$$ma_x = F_{\text{од} \perp} - \cancel{F_{\text{тр}}} \quad \text{на } Oy$$

$$ma_y'' = N + F_{\text{тр} \perp} - mg$$

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

Решение

$$ma_x = F_{\text{од} \perp} - \mu (mg - F_{\text{тр} \perp})$$

Во втором случае

II 3-и H, на  $Ox$

$$ma_x'' = F - F_{\text{тр}}^*$$

$$ma_y = N^* - mg$$

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

Решение

$$ma_x'' = F - \mu mg$$

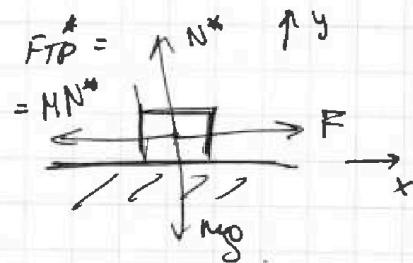
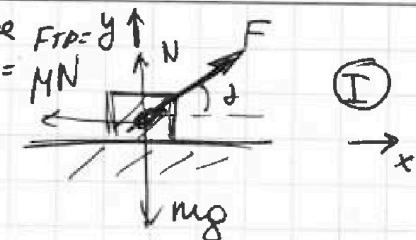
Т.к.  $F = \text{const}$  и возрастание скорости  $v_0$  нулевое  
за одно и то же время  $a_x = a''_x = \text{const}$

Решение

$$F_{\text{од} \perp} - \mu mg \cdot \sin \alpha = F - \mu mg$$

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

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

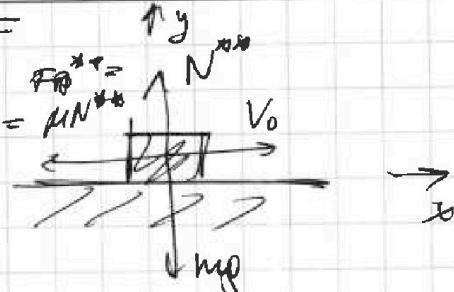
**МФТИ**

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

После прекращения действие  $F$

II 3-и Ньютона для санок

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



$$max = Fp^{**}$$

$$Fp^{**} = \mu N^{**}, \text{ т.к. санки скользят.}$$

тогда

$$ax = \frac{Fp^{**}}{m} = \mu g$$

Так как раз ускорение, т.к.  $a_x = \text{const}$

$$V_{конечн} = V_0 - at$$

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

тогда

$$V_0 = aT$$

$$T = \frac{V_0}{a} = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0}{g / \left( \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)}$$

ответ



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

Дано:

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

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

Найти,

$$A_{12}$$

1)

1) Для газа справедливо 1-е начало термодинамики

$$Q = \Delta U + A$$

Т.к. газ одноатомный,

$$\Delta U = \frac{3}{2} N R \Delta T \quad (\text{у} \gamma \text{-го болтуна})$$

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

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

Найдем  $A_{12}$

$R$   
 $m \cdot K = 1$

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

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

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

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

$$A_{12} = \frac{1}{2} P (4T_1 - T_1) = \frac{3}{2} RT_1$$

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

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

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

$$\frac{A_{23}}{Q} = \frac{C_{23} - \frac{3}{2}R}{C_{23}} = 0,25 - 0,25$$

(аналогично  $A_{12}$ )

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

$$\eta = \frac{1}{4} + \frac{2}{5} - 0,25 = 0,35 \quad \text{ответ.}$$



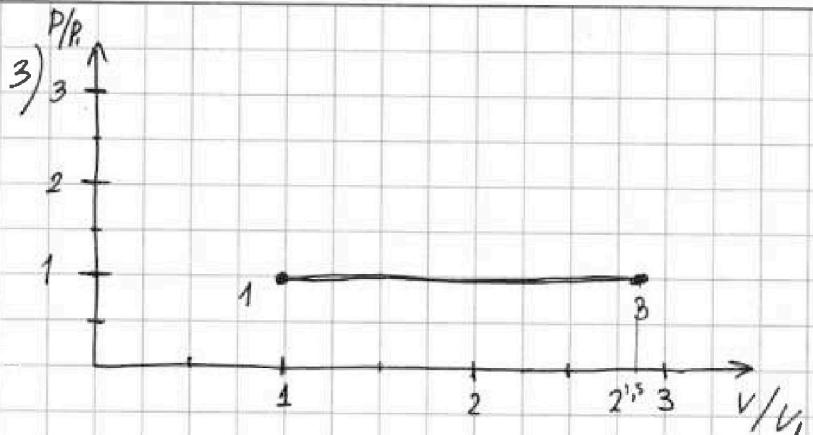
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



Участок 1-3 изобара ( $S_{изобара} = 2,5$ )



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

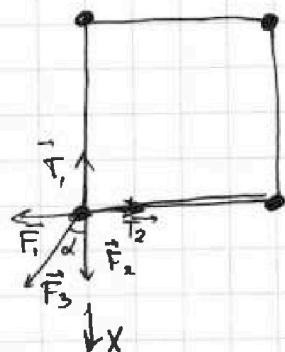
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

**МФТИ**

Дано:

6  
m  
g

1)



Рассмотрим движение машика

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

$|\vec{F}_1| = |\vec{F}_2|$  из симметрии силы

II 3-й Ньютона для машика

$$Ox: m\alpha_x = F_2 + F_3 \cos \alpha - T_1$$

"машик покончил"

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

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

$\alpha = 45^\circ$ , машика - квадрат

тогда

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

обрат.

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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 изогорю

$$Q = U + A$$

$$U = \frac{3}{2} VRT$$

$$\cancel{P_1 V_1 T_1} P_2 V_2 T_2 = 0$$

$$\text{при высокогорье } C = \frac{3}{2}$$

при изобарии

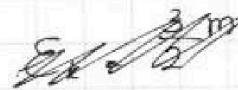
$$C = \frac{5}{2}$$

$$10 / 0,8 = 0,2 \approx$$

$$\approx 6 \text{ м/к.}$$

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

$$\frac{24 \cdot 4}{2 \cdot 6} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3} = 1,33 \text{ А}_{1,2} = 0,5 VRT$$



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

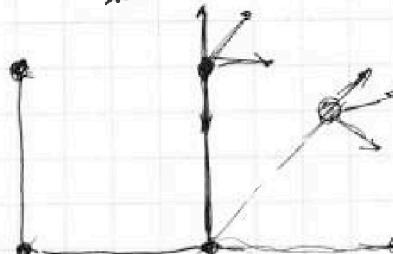
$$E_{k,N} = \frac{3}{2} VRT$$

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

$$A = 0,5 VRT$$

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

$$16 - 4,5$$



$$\frac{1}{6} = 0,33$$

$$\frac{1}{6} = \frac{kq_1 q_2}{r}$$

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

$$\frac{4}{6} = \frac{4}{6}$$

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

$$T_1 = 400 \quad \cancel{T_2 = 4T_1 = 1600}$$

$$T_2 = 4T_1 = 1600$$

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

z



g cos tg

g

$$S = \frac{\pi \cdot 4 \cdot 16}{20} = 16$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

1

2

3

4

5

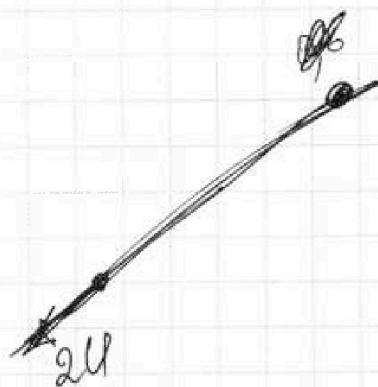
6

7

МФТИ

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

Чт.



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ



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

$$1) \quad v = 2c$$

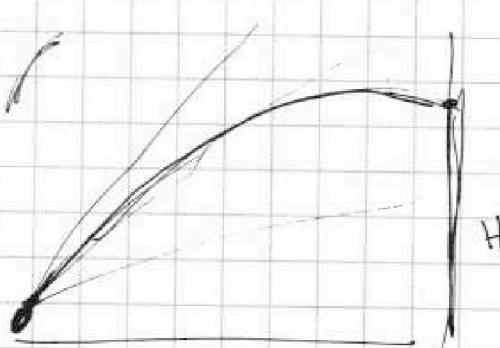
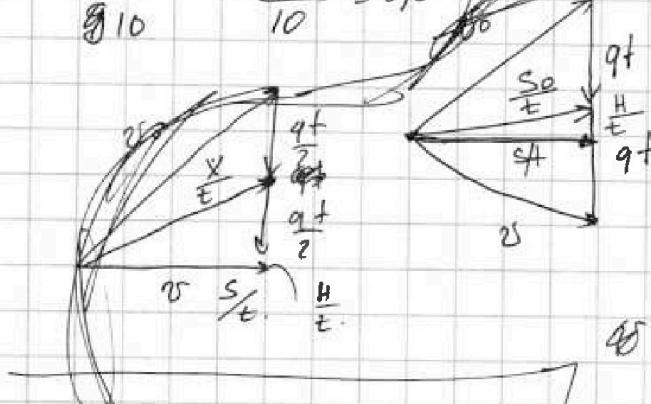
$$0,25 + 0,4 - 2 = v = v_0 - gt$$

$$= 0,65 - 2 =$$

$$= -1,35 \quad v_0^2 - v^2$$

$$L = 2a$$

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



S

$$\int v_0 \cos \alpha dt = S'$$

$$\int v_0 \sin \alpha dt - gt^2 = H$$

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

$$v_0^2 = 2gh + v^2 = 0$$

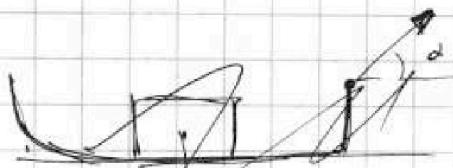
$$v_0^2 = 2gh$$

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

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

$F_{\text{ост}} - F_{\text{возд}} + M_{\text{возд}} = F - F_{\text{возд}}$

2)



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

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

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

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

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

$$= \sqrt{8}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

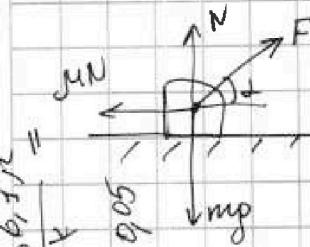
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$4 \cdot 2 = 8 \text{ кг} \quad L = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{2} = 6 \text{ м}$$

$$2 = 10 \cdot 0,2$$

$$\text{I) } F_{\cos \alpha} - \mu N = ma$$

$$N + F_{\sin \alpha} = mg$$



$$\text{II) } N^* = mg$$

$$F - \mu N^* = ma$$

$$F - \mu mg = ma$$

$$F_{\cos \alpha} - \mu(mg - F_{\sin \alpha}) = ma$$

0,6 с4

$$0,1 \cdot 1 \quad L = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = 0,6 \text{ м}$$

$$P/V = DP/T$$

$$4P_0V = \frac{1}{4} DP_0T$$

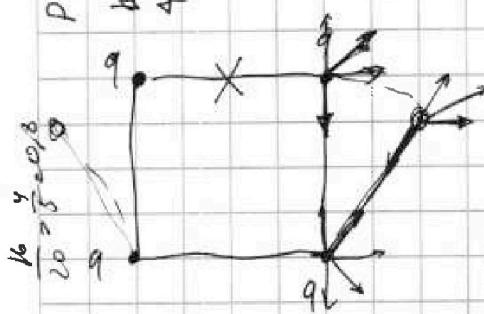
$$0,2 \text{ бар} \times 0,6 \text{ м} = 0,12 \text{ бар} \times 0,6 \text{ м} = 0,072 \text{ бар} \cdot \text{м}$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = F_{\cos \alpha} S - \mu N S$$

$$\frac{0,2 \cdot 0,072}{2} = 0,04 \text{ бар} \cdot \text{м} \cdot 0,6 \text{ м} = 0,0144 \text{ бар} \cdot \text{м}^2$$

$$\frac{m V_0^2}{2} = F S - \mu N^* S$$

$$0,8 - 0,8$$

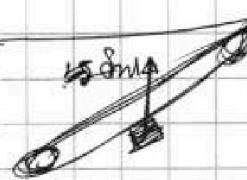


$$\frac{m^2 C^2}{2} = \frac{m^2 C^2}{2}$$

$$\frac{\pi r^2}{2} = \frac{\pi r^2}{2}$$

$$\frac{B_2}{2} = \frac{\sqrt{2} \cdot 6 \cdot \sqrt{2}}{2} = 6 \text{ м}$$

$$\frac{4^2 \cdot 2^2}{10} = 0,8$$



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

$$\frac{m^2 C^2}{2} = \frac{m^2 C^2}{2}$$

$$\frac{\pi r^2}{2} = \frac{\pi r^2}{2}$$

$$\frac{B_2}{2} = \frac{B_2}{2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

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

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

максимум при

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

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

Q DOPAV  
D = DOPAV  
+

$$H = 20 \cdot 2 - 5 \cdot 2^2 - 5 = \frac{20^2}{10 \cdot 20} = 2.$$
  
$$40 - 20 = 20.$$

$$\text{где } \tan \alpha = \frac{20}{2 \cdot 80} = 10.$$



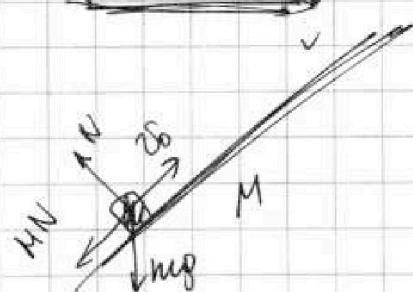
$$1 - 2S' - S' 0$$

$$y_{\max} =$$

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

$$v_0 = g t$$

$$t = 0,4 \text{ с}$$



$$a = g \sin \alpha + g \cos \alpha \cdot \mu. \quad S = 4 \cdot 0,4 - 5 \cdot 0,4^2 =$$
  
$$= 1,6 - 0,8 = 0,8 \text{ м}$$

$$\frac{0,16}{0,80} = \frac{3}{5}$$

$$S = v_0 t - \left( g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \right) t^2$$

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

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

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

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

$$D = 16 - 4 \cdot 20 \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - 0,8^2} = 0,6.$$

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

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

$$t_1 = +1 \text{ с}$$

$$t_2 = -2$$

$$C = \frac{\sqrt{10}}{\sqrt{10}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

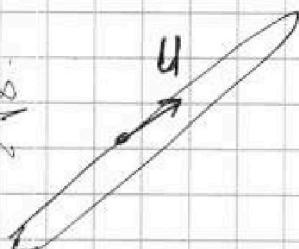
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\frac{2}{2} \\ \sqrt{2^3 + 2^3} = \sqrt{8}$$



$$\frac{mV_0^2}{2} = (F_{\text{cos}\alpha - \mu(mg - F_{\text{sin}\alpha})})S$$

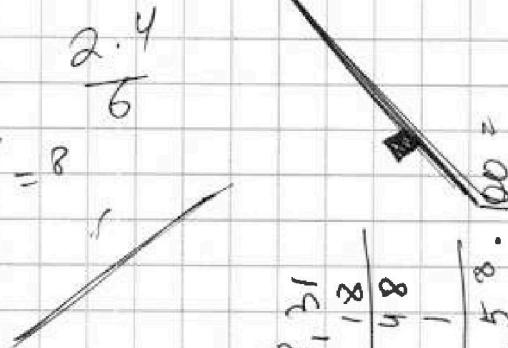
$$\frac{mV_0^2}{2} = (F - \mu mg) S$$

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

$$D = F - F_{\text{cos}\alpha} - \mu F_{\text{sin}\alpha}$$

$$PV = nRT$$

$$\frac{24 \cdot 4}{2 \cdot 6} = 8$$



$$MF_{\text{sin}\alpha} = \frac{(1 - \cos\alpha)}{Fn} F$$

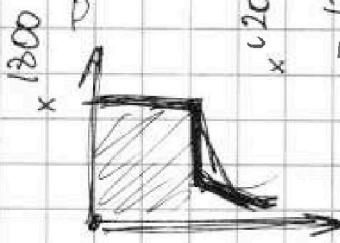
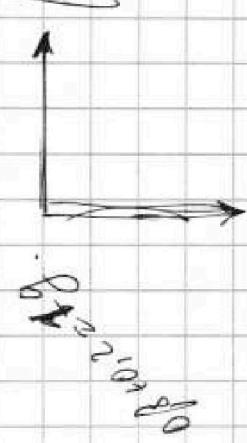
$$\begin{array}{r} 2 \\ 8 \\ 6 \\ 4 \\ 2 \\ \hline 24 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1 \\ 8 \\ 5 \\ 1 \\ 0 \\ \hline 48 \end{array}$$

$$= 14953$$

умг

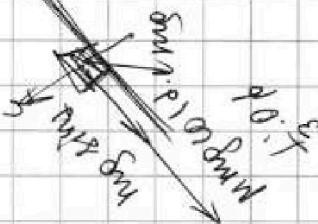
$$\begin{aligned} g &= 15.0 \\ l &= 4t - 5t^2 \\ -5t^2 + 4t - 1 &= 0. \end{aligned}$$

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



$$= 1200 + 600 = 1800$$

$$\times 1.5 =$$



$$g = 15.0$$