

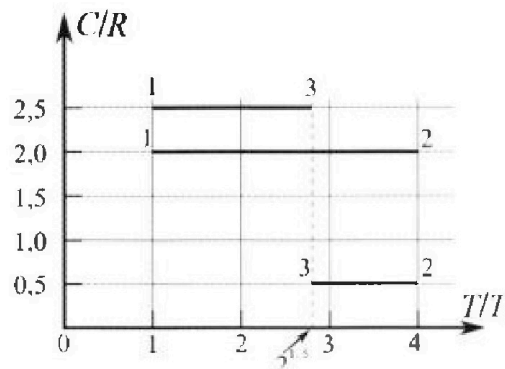
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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



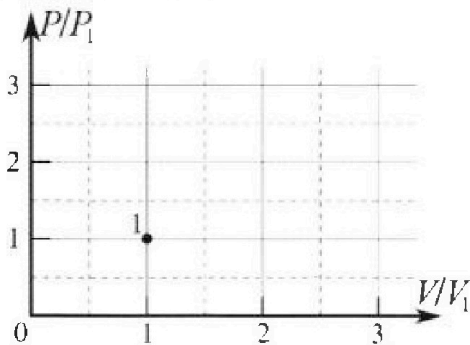
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



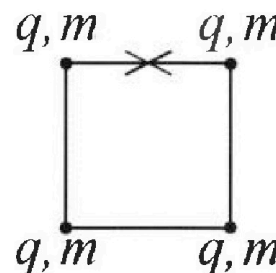
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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 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.

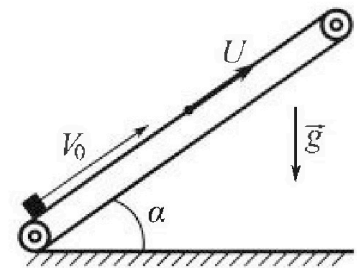
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол α 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.

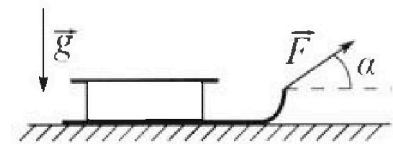
2) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 2$ м/с?

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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 α 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 μ 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

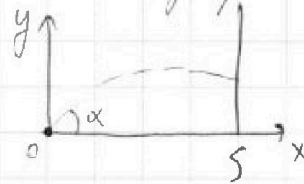
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 1

1. В течение всего полета мяч движется с ускорением свободного падения \vec{g} . В точке максимальной высоты скорости мяча равна 0. Запишем закон изменения скорости мяча по вертикальной оси

$$0 - v_0 = -gT, \text{ откуда } v_0 = gT \quad v_0 = 10 \cdot 2 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

2. Во втором случае мяч также движется с ускорением свободного падения \vec{g}



Запишем закон движения мяча по осям Ox и Oy .

$$Ox: x = v_0 \cos \alpha t \quad (1)$$

$$Oy: y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (2)$$

выразим t из (1) и подставим в (2)

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{g(\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}{2v_0^2} x^2$$

Когда мяч ударится об стену $x = S$

$$y = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{g(\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}{2v_0^2} S^2 \quad (3)$$

Максимальная высота удара об стену достигается только при единственном оптимальном угле бросания, поэтому уравнение (3) относительно $\operatorname{tg} \alpha$ имеет дискриминант 0

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!

$$D = S^2 - 4 \frac{g S^2}{2V_0^2} \left(\frac{g S^2}{2V_0^2} + y \right) = 0$$

В этом случае $y = H_{\max}$

$$S^2 = 4 \frac{g S^2}{2V_0^2} \left(\frac{g S^2}{2V_0^2} + H_{\max} \right)$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g S^2}{2V_0^2} \quad H_{\max} = \left(\frac{20 \cdot 20}{2 \cdot 10} - \frac{10 \cdot 20 \cdot 20}{2 \cdot 20 \cdot 20} \right) \text{ м} = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1. $V_0 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$; 2. $H_{\max} = 15 \text{ м}$.

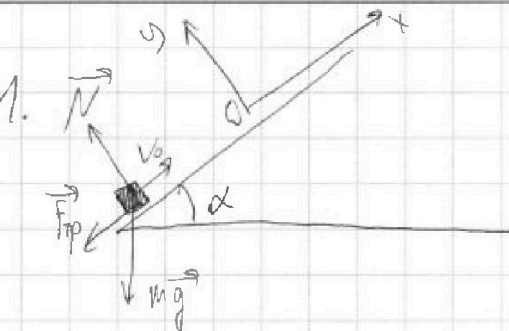
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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



N2

Запишем ~~закон~~ 2 закона

Ньютона для коробки по оси OY и OX

$$OY: N = mg \cos \alpha$$

$$OX: ma_x = -F_{TP} - mg \sin \alpha$$

$$F_{TP} = \mu N, \text{ т.к. сдвиг отсутствует}$$

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

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

$$\text{т.к. } \sin \alpha = 0,8,$$

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

Движение коробки по оси OX:

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

$$t = \frac{v_0 \pm \sqrt{v_0^2 - 2gS(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}. \text{ Дискриминант уравнения}$$

меньше 0, поэтому уравнение не имеет действительных

корней. Значит, коробка не прошла 1 м по оси OX, а

достигла максимальной высоты и начала движение в

обратную сторону.

Найдем максимальную высоту h подъема коробки и время t_1 подъема.

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

$$h = 0,8 \text{ м}$$

(h - расстояние от точки старта до коробки по оси OX)

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 checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

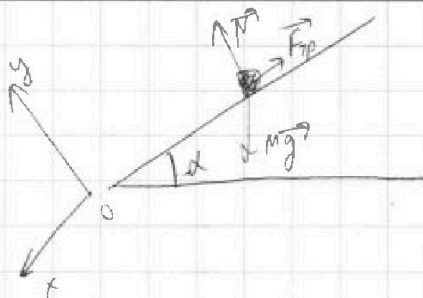
МФТИ

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



$$h = \frac{v_0 + 0}{2} t_1$$

$$t_1 = \frac{2h}{v_0} \quad t_1 = 0,4 \text{ c}$$



Далее, $oy: N = mg \cos \alpha$

$ox: ma_x = mg \sin \alpha - F_{fr}$

$F_{fr} = \mu N$, т.к. всё скользит

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

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

Найдем за какое время t_2 коробка придет оставшиеся

$1 \text{ м} - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$ пути

$h_2 = 0,2 \text{ м}$

$$\frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) t_2^2}{2} = h_2$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} \quad t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{10(0,8 - 3 \cdot 0,6)}} \text{ c} = \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ c}$$

Общее время $T = t_1 + t_2 = 0,4 \text{ c} + \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ c} \approx 0,65 \text{ c}$

2. ~~Перейдем~~ Перейдем в систему отсчета лифта транслятора.

Это инерциальная система отсчета.

Тогда начальная скорость коробки в этой СО равна

$v_0 - u$

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!

Когда скорость коробки будет равна $u=2$ м/с в ЛСО, в нашей системе отсчета коробка будет лежать.

Рассмотрим движение коробки. Мы уже знаем, что ускорение коробки в такой конфигурации $a = g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$ и направлено против скорости коробки. Тогда

$$L = \frac{(v-u)^2}{2g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)} \quad L = 0,2 \text{ м}$$

~~3. Найдём максимальную высоту подъема h_1 коробки в нашей СО и время t_0 подъема. (h_2 - расстояние от точки старта до коробки по оси Ox)~~
из принципа энергии $h_1 = L = 0,2 \text{ м}$

~~$$t_0 = \frac{(v-u)+0}{2} t_0 = L$$~~

~~$$t_0 = \frac{2L}{v-u} \quad t_0 =$$~~

3. Рассмотрим движение коробки вниз по оси Ox в нашей

СО, мы уже знаем, что в этом случае $a_x = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

$$L - \frac{H}{\sin\alpha} = \frac{u^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$$

$$H = \frac{-u^2 \sin\alpha}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)} + L \sin\alpha$$

В нашей СО в нулевой момент времени скорость коробки будет u и направлена против оси Ox

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 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!

$$H = \frac{-2 \cdot 2 \cdot 0,8}{2 \cdot 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6)} + 0,2 \cdot 0,8 = -\frac{4}{15} + \frac{0,4}{20} \quad H < 0$$

Это значит, что скорость коробки кикбокса не будет равна 2 м/с в нашей и направлена против оси Ox в нашей системе отсчета, поэтому в ЛСО скорость коробки кикбокса не будет равна 0.

Ответ: 1. $T \approx 0,65$ с ; 2. $L = 0,2$ м. 3. Ни на какой.

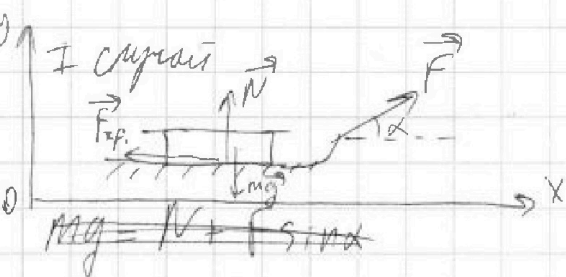
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$Oy: N + F \sin \alpha = mg$$

$$Ox: ma_{1x} = F \cos \alpha - F_{тр}$$

$$F_{тр} = \mu N, \text{ т.к. есть скольжение}$$

$$ma_{1x} = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

Т.к. санки в обоих случаях разгоняются до одинаковой скорости

за одинаковое время, то $a_{1x} = a_{2x}$

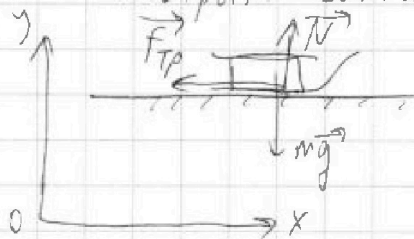
$$\frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m} = \frac{F - \mu mg}{m}$$

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

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

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

Рассмотрим санки после прекращения действия силы:



$$Oy: N = mg$$

$$Ox: ma_x = -F_{тр}$$

$$F_{тр} = \mu N, \text{ т.к. есть скольжение}$$

$$ma_x = -\mu mg$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

 **МФТИ**

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

$$a_x = -\mu g$$

Закон изменения скорости по оси OX:

$$0 - v_0 = -\mu g t$$

$$t = \frac{v_0}{\mu g} \quad t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

Ответ: 1. $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$; 2. $t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



N4

$V = 1 \text{ моль NO}$ *учебно*

1. $A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12}$

из графика $Q_{12} = 2R \cdot 3T_1$

$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} R \cdot 3T_1$

$A_{12} = 6RT_1 - 4,5RT_1 = 1,5RT_1 \quad A_{12} \approx 5000 \text{ Дж}$

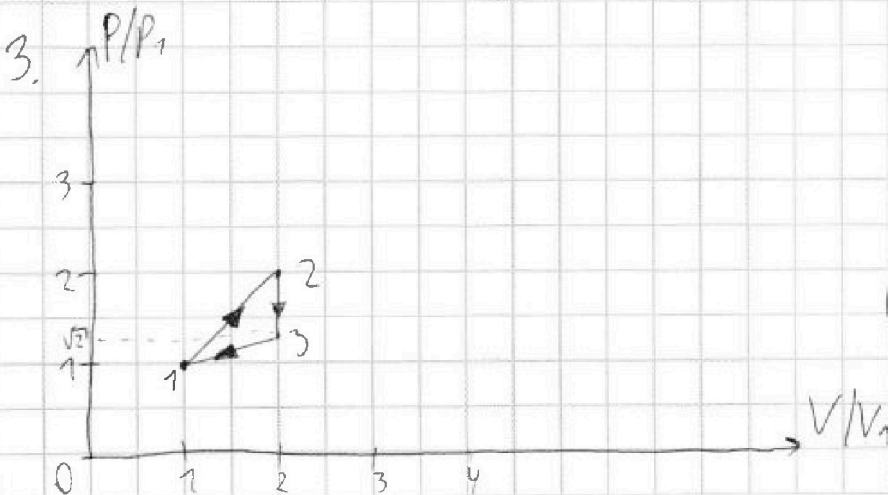
2. $\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{Q_{12} - \Delta U_{12} + Q_{23} - \Delta U_{23} + Q_{31} - \Delta U_{31}}{Q_{12}}$

$\eta = \frac{6RT_1 - 4,5RT_1 + (-RT_1(4 - 2\sqrt{2})) - R \frac{3}{2} R (2\sqrt{2} - 4) T_1 + (-RT_1(2\sqrt{2} - 1)) - \frac{3}{2} R (1 - 2\sqrt{2}) T_1}{6RT_1}$

$+ (-RT_1(2\sqrt{2} - 1)) - \frac{3}{2} R (1 - 2\sqrt{2}) T_1$

$\eta = \frac{1,5RT_1 - 4RT_1 + 2\sqrt{2}RT_1 - 3\sqrt{2}RT_1 + 6RT_1 - 2\sqrt{2}RT_1 + RT_1 - \frac{3}{2}RT_1 + 3\sqrt{2}RT_1}{6RT_1} = \frac{RT_1}{6RT_1} = \frac{1}{6}$

$= \frac{RT_1}{6RT_1} = \frac{1}{6}$



Решен. 1. $A_{12} = 5000 \text{ Дж}$

2. $\eta = \frac{1}{6}$

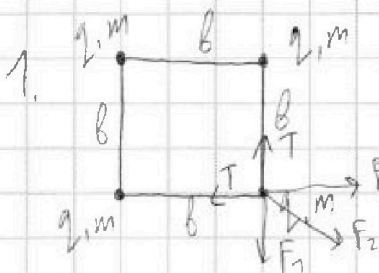
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



№5
В силу симметрии все силы натяжения

нити одинаковы и равны T

Тогда рассмотрим равновесие дуги

из шариков

из закона Кулона

$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_2 = \frac{kq^2}{(\sqrt{2}b)^2}$$

$$OX: T = F_1 + \frac{F_2}{\sqrt{2}}$$

$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2\sqrt{2}b^2} = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{2\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}} \right)$$

3. Так как нить преобразуется силой тяжести, то после

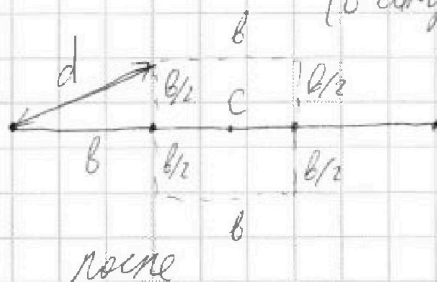
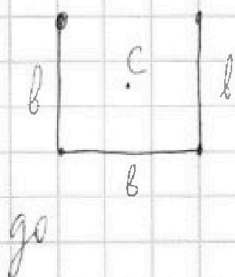
перерезания нити на шарики из шариков нить не действует внешние силы. Тогда, по теореме о движении

центра масс, ускорение центра масс шара равно 0.

А т.к. изначально центр масс находился со шн все время

находится на том же месте. С - центр масс шара

(в силу симметрии он в центре квадрата)





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

По теореме Пифагора $d^2 = b^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2$

тогда $d = b \cdot \frac{\sqrt{5}}{2}$

2. скорость одного из центральных шариков будет

равна 0. Он находится в равновесии

Ответ: 1. $T = \frac{kq^2}{b^2} \left(\frac{2\sqrt{7}+1}{2\sqrt{2}} \right)$; 2. $v=0$; 3. $d = b \frac{\sqrt{5}}{2}$

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

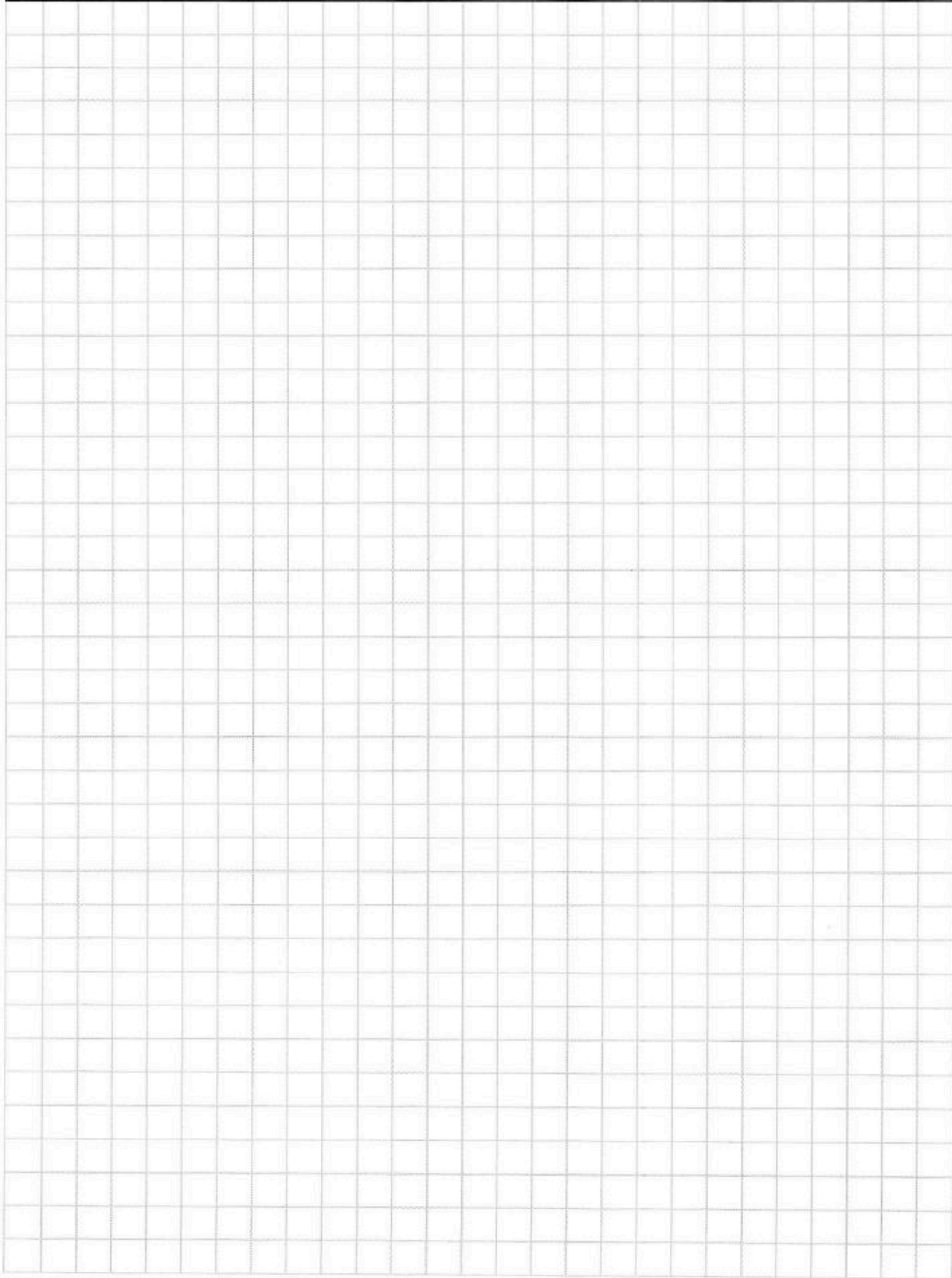
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

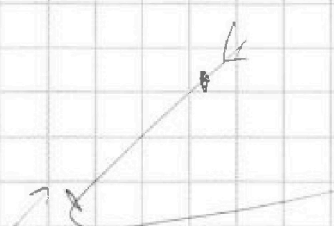
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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



ЧЕРКОВАК



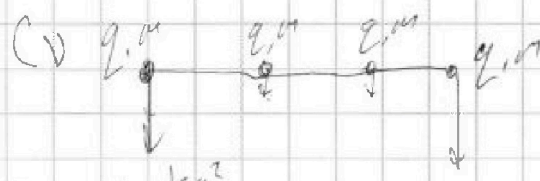
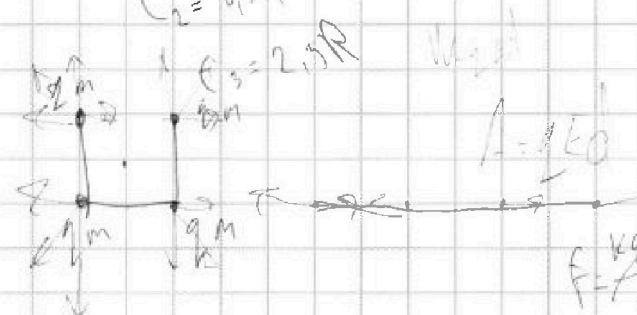
$$L = \frac{v^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$$

$$v^2 = 2gL(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$$

$$v = 2 \cdot 10 \cdot 0,2 (0,8 - 0,2) = 2 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 0,6 = 2,4 \cdot 2 = 4,8$$

$$\sqrt{2,4^2} = 2$$

$C_1 = 2R$
 $C_2 = 0,5R$
 $C_3 = 2,5R$



$A = 4kg$

$F = \frac{kgx}{r}$

$$4 \left(2 \frac{kg}{8} + \frac{kg}{12} \right) = \frac{40 \cdot 15}{12}$$

$$E_1 = \frac{kg}{8} \left(\frac{8\sqrt{2} + 4}{\sqrt{2}} \right)$$

$A = \frac{5(2\sqrt{2}-1)}{4} p_1 v_1$

$$E_1 = \frac{kg}{8} \left(8 + \frac{4}{\sqrt{2}} \right)$$

$$E_1 = \frac{kg}{8} \left(\frac{16 + 4\sqrt{2}}{2} \right)$$

$$E_2 = 2 \left(\frac{kg}{8} + \frac{kg}{28} + \frac{kg}{38} \right) + 2 \left(\frac{kg}{8} + \frac{kg}{18} \right)$$

$$E_1 = \frac{kg}{8} (8 + 2\sqrt{2})$$

$$E_2 = 2 \left(\frac{kg}{8} \cdot \frac{11}{6} + 2 \frac{kg}{8} \cdot \frac{5}{2} \right)$$

$$E_2 = \frac{kg}{8} \left(\frac{11}{3} + \frac{5}{1} \right) = \frac{kg}{8} \frac{59}{12}$$

$A_{12} = 6 \sqrt{2} R T_1$

837.4.3

$$8 \sqrt{2} \sqrt{2} \sqrt{\frac{59}{12}}$$

$\sqrt{2} R T_1 = p_1 v_1$

$$A_{13} = \frac{2,5R}{2} T_1 (\sqrt{2}-1)$$

$$2 \sqrt{2} \sqrt{\frac{59}{12}} - 8$$

1662

$$8 \sqrt{64 + \left(\frac{59}{12} \right)^2 - \frac{59}{6}}$$

837

$$8 \sqrt{64 + \frac{59}{6} \left(\frac{59}{24} - 1 \right)}$$

$\frac{5(2\sqrt{2}-1)}{4} p_1 v_1$

$A_{13} = \frac{2,5R}{2} T_1 (2\sqrt{2}-1)$

$\frac{5(2\sqrt{2}-1)}{4} R T_1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

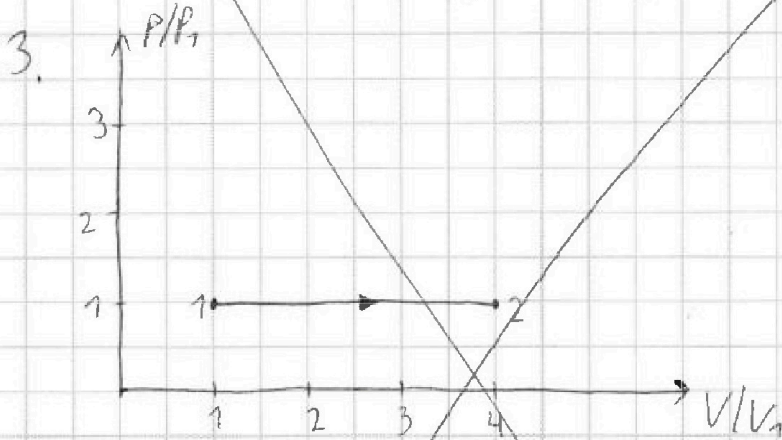
1. $A_{12} = \frac{C_{12} \cdot V}{2} \Delta T$

из графика $C_{12} = \text{const} = 2R$ по условию $V = 1 \text{ мксек}$

$\Delta T = 4T_1 - T_1 = 3T_1$

$A_{12} = 3VRT_1$

$A_{12} = 3 \cdot 1 \cdot 8,37 \cdot 400 = 9962 \text{ Дж}$



2. $A_{\text{цикл}} = A_{12} + A_{23} + A_{37} = \frac{2R}{2} \cdot 3T_1 + \frac{0,5R}{2} (2\sqrt{2} - 4)T_1 + \frac{2,5R}{2} T_1$

$T_2 = RT_1 (3 + \frac{\sqrt{2}}{2} - 1 + 2,5\sqrt{2} + \frac{5}{8})$

$A_{\text{цикла}} = (1\frac{3}{8} + 3\sqrt{2}) RT_1$

$A_{\text{цикла}} = (\frac{27}{8} - 2\sqrt{2}) RT_1$

$Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12} = 3RT_1 + 3RT_1$

$\eta = \frac{A_{\text{цикла}}}{Q_{12}} = \frac{(\frac{27}{8} - 2\sqrt{2}) RT_1}{6 RT_1} \approx -0,3\%$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 837 \\ \cdot 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

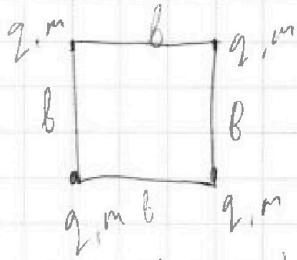
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$F_1 + F_2 \cos \alpha = T$$

Черновик

$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2 \cos \alpha}{2b^2}$$

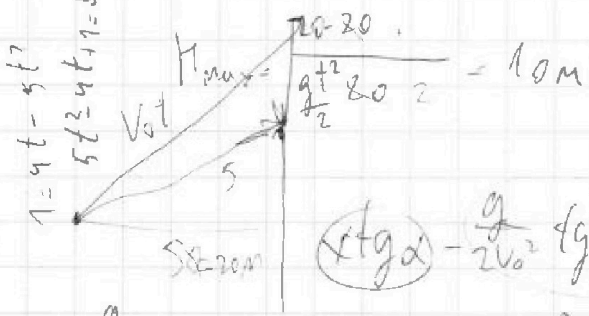
$$T = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{\cos \alpha}{2}\right)$$

$$W = k \cdot \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

$$T = \frac{kq^2 (2\sqrt{7} + 1)}{b^2 \cdot 2\sqrt{7}}$$

$2 \cdot 2 \cdot 0,8$
 $210 \cdot 0,608$

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



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

$$D = x^2 - 4 \frac{g}{2v_0^2} L = \frac{v}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$x \tan \alpha - \frac{g}{2v_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) x^2 - y = 0$$

$$\frac{g}{2v_0^2} x^2 \tan^2 \alpha - x \tan \alpha + \frac{2x^2}{2v_0^2} + y = 0$$

$$D = 0 \quad x^2 - 4 \cdot \frac{g}{2v_0^2} \left(\frac{g x^2}{2v_0^2} + y\right) = 0$$

$$\frac{v_0^2}{2g} = \frac{g s^2}{2v_0^2} + H_{max}$$

$$H_{max} = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{g s^2}{2v_0^2}$$

$$H_{max} = \frac{20 \cdot 20}{2 \cdot 10} - \frac{10 \cdot 20 \cdot 20}{2 \cdot 20 \cdot 20} = 20 - 5 = 15 \text{ m}$$



$$s^2 = \frac{2g s^2}{v_0^2} \left(\frac{g s^2}{2v_0^2} + H_{max}\right)$$

$$Cv = \Delta T$$

$$dA = p dV = Cv \Delta T$$

$$E_1 = \frac{2kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} = \frac{5kq^2}{2b^2}$$

$$E_{12} = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{4b^2} + \frac{kq^2}{7b^2}$$

$$E = \frac{90 + 62}{36} \frac{kq^2}{b^2} \quad E = \frac{152}{36} \frac{kq^2}{b^2}$$

$$E = 4E_1 = \frac{10kq^2}{b^2}$$

$$E_{12} = \frac{37kq^2}{36b^2}$$

$$E = \frac{76kq^2}{18b^2} = \frac{38kq^2}{9b^2}$$

$$E_{34} = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{4b^2} = \frac{45kq^2}{4b^2}$$

$pV = \nu RT$
 $\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu_1 R T_1}{\nu_2 R T_2}$
 $\frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{\nu_1 T_1}{\nu_2 T_2}$
 $\frac{10 \cdot 10^5}{5 \cdot 10^5} = \frac{\nu_1 \cdot 300}{\nu_2 \cdot 400}$
 $\frac{2}{1} = \frac{\nu_1 \cdot 3}{\nu_2 \cdot 4}$
 $\nu_1 = \frac{4}{3} \nu_2$

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!



$$a t = \Delta v$$

$$0 - v_0 = -gt$$

$$v_0 = gt = 20 \text{ m/s}$$

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

$$t = \frac{x}{v_0 \cos \alpha}$$

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

$$y = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{x}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha}$$

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

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

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

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

$$h' = \frac{S}{\cos^2 \alpha} -$$

$$-S \pm \sqrt{S^2 - \frac{g^2 S^4}{v_0^4}}$$

$$-1 \pm \sqrt{1 - \frac{g^2 S^2}{v_0^4}}$$

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

$$tg_1 = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - \frac{1}{40}}}{-0,5} = \frac{-1 \pm \sqrt{\frac{39}{40}}}{-0,5} = \frac{-2 \pm 2\sqrt{\frac{39}{40}}}{-1} = \frac{2 \pm 2\sqrt{\frac{39}{40}}}{1}$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

$$\frac{16}{8} = 2$$

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

$$1 = 4t - 5(0,8 + 0,2)t^2$$

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

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

$$\frac{16}{8} = 2$$

$$ma = F - \mu mg$$

$$v_0 = at \quad v_0 = \mu mg$$

$$mg = F \cos \alpha - \mu N$$

$$\frac{16}{8} = 2$$

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

$$ma = -\mu mg$$

$$v_0 = \mu g t$$

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

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

$$a = -$$

$$t = \frac{v_0}{\mu g}$$

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

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

$$t = \frac{v_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$\frac{21}{8} - 2\sqrt{2} = \frac{21 - 16\sqrt{2}}{8}$$

$$\frac{16}{8} = 2$$

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