

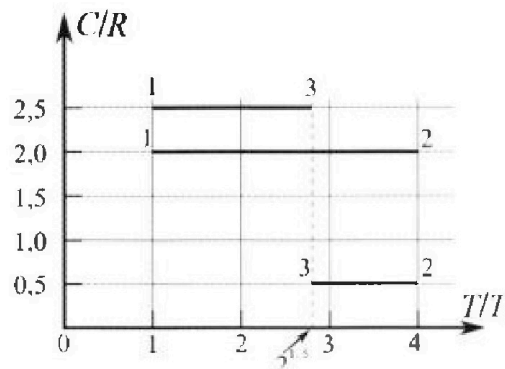
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



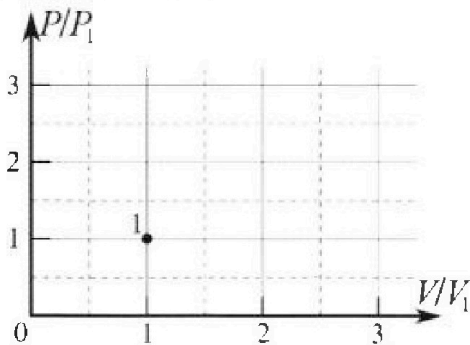
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



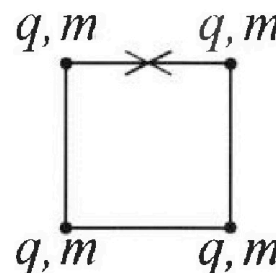
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной  $b$  (см. рис.). Масса каждого шарика  $m$ , заряд  $q$ .

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 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.

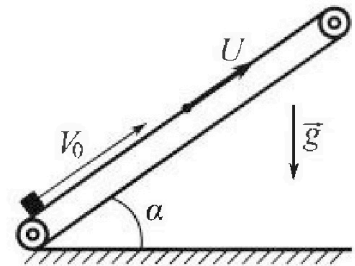
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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 воздуха считайте пренебрежимо малым. Все высоты отсчитываются от точки старта.

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

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



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

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

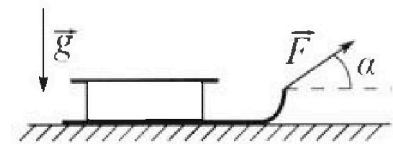
2) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 2$  м/с?

3) На какой высоте  $H$ , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же скорости  $V_0$  за одинаковое время.

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

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



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

2) Через какое время  $T$  после прекращения действия силы санки остановятся? Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

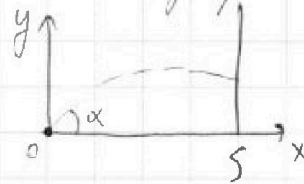
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 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  $Oy$ .

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

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

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.  $H_{\max} = 15 \text{ м}$ .



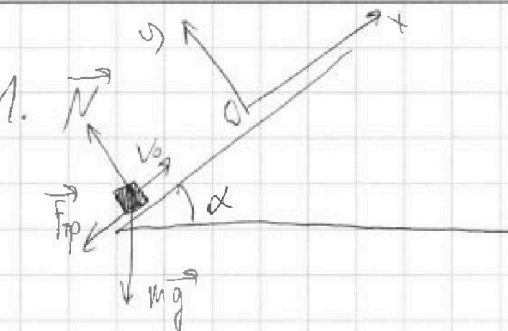
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 закон

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"/>

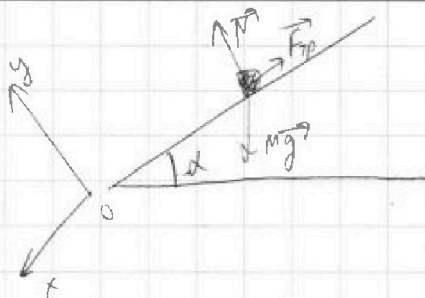
МФТИ

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. весь блок движется

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

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

Найдем за какое время  $t_2$  коробка придет оставшиеся

$l_1 - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м}$  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 жестко связанную с платформой.

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. Найдем 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.

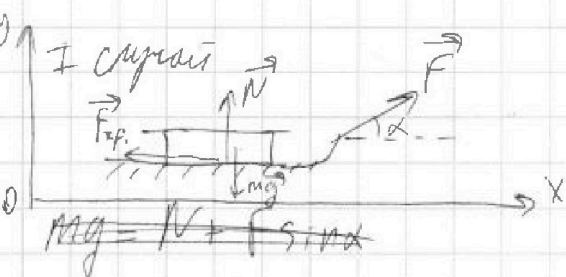
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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  $a_{1x} = a_{2x}$

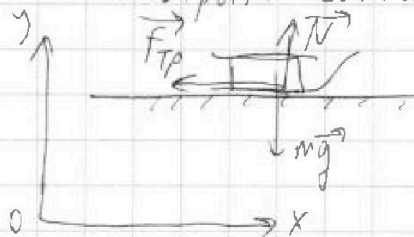
$$\frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m} = \frac{F - \mu mg}{m}$$

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

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

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

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

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  $Q_{12} = 2R \cdot 3T_1$

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

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

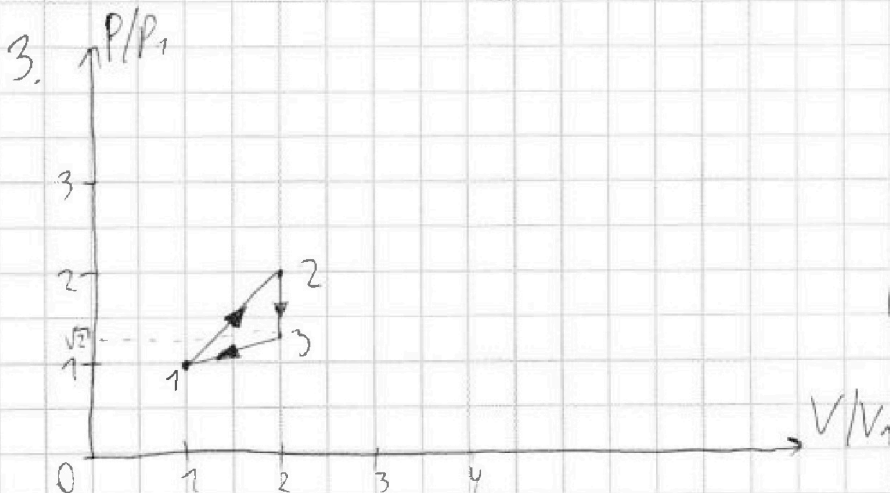
2.  $\eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{Q_{12} - \Delta U_{12} + Q_{23} - \Delta U_{23} + Q_{31} - \Delta U_{31}}{Q_{12}}$

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

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

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

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



Решен. 1.  $A_{12} = 5000 \text{ Дж}$

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

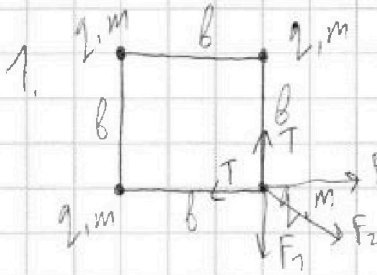
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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 одного из шариков.

из закона Кулона

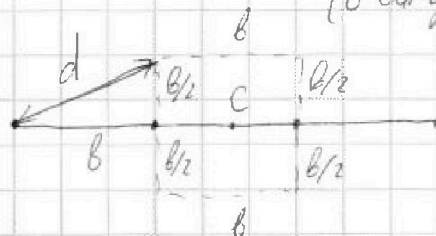
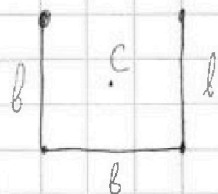
$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$

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

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

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

3. Так как нить преобразуется силой тяжести, то после перерезания нити на шарики из шариков нити не действуют 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 остается на том же месте. С - центр масс шара (в силу симметрии он в центре квадрата)



после

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



1	2	3	4	5	6	7
<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.

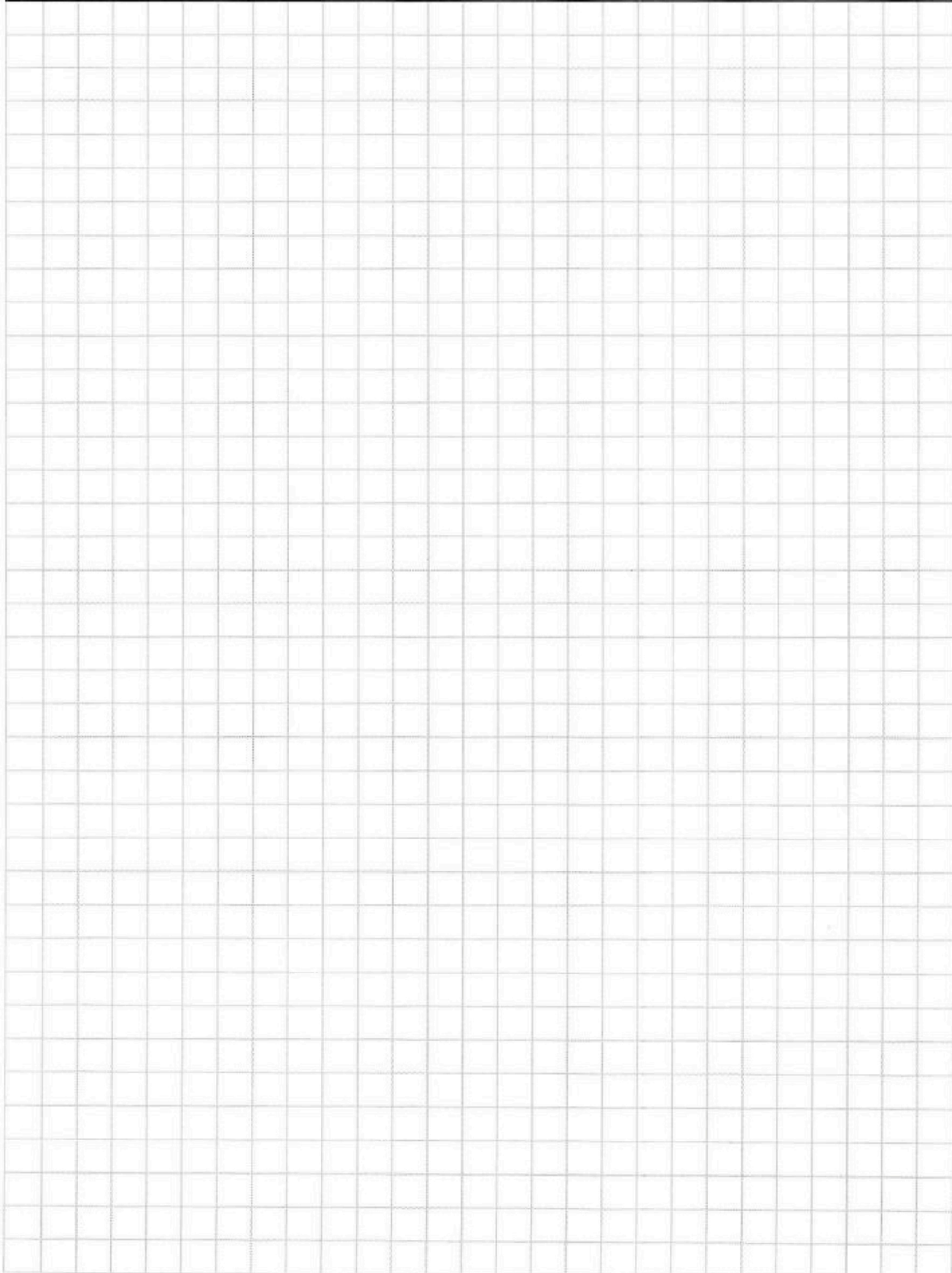
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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:

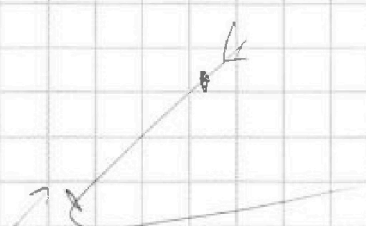
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

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



ЧЕРКОВАК



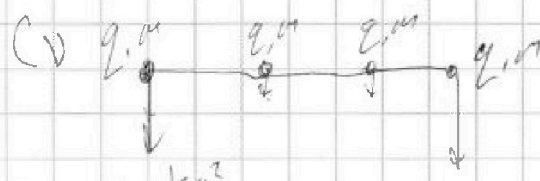
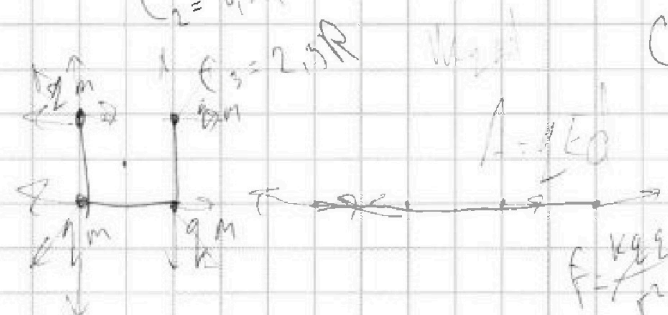
$$L = \frac{v^2}{2g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)}$$

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

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

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

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



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

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

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

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

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

$$E_2 = 2 \left( \frac{kg}{8} + \frac{kg}{20} + \frac{kg}{30} \right) + 2 \left( \frac{kg}{10} + \frac{kg}{18} \right)$$

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

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

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

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

837.4.3

$$8 \sqrt{2} \sqrt{2} \sqrt{\frac{59}{72}}$$

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

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

$$2 \sqrt{2} \sqrt{\frac{57}{72}} - 8$$

1662

$$8 \sqrt{64 + \left( \frac{59}{72} \right)^2 - \frac{59}{6}}$$

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!

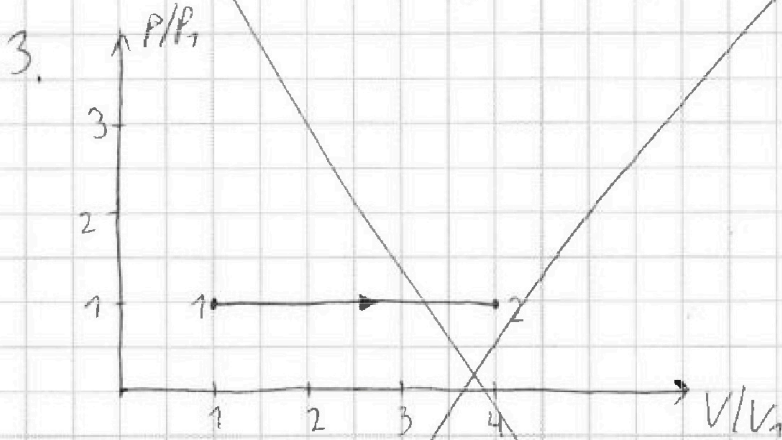
1.  $A_{12} = \frac{C_{12} \cdot V}{2} \Delta T$

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

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

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

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

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

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

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

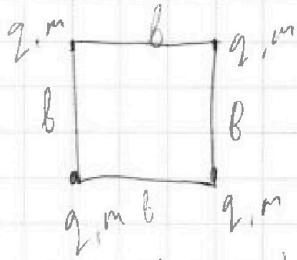
Отметьте крестиком номер задачи,

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

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

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

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

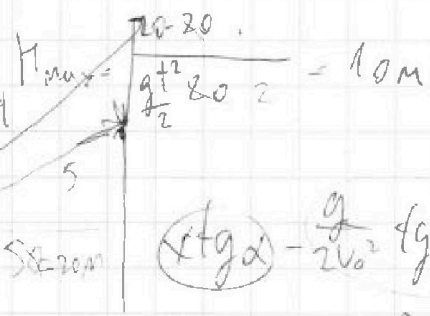
$$T = \frac{kq^2 (2\sqrt{7} + 1)}{b^2 \cdot 2\sqrt{7}}$$

2.2 0,8  
2.10 0,608

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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



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

$$C_V = \Delta T$$

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

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

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

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

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

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

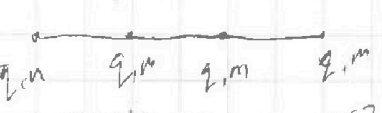
$$E = \frac{76kq^2}{18b^2} = \frac{38kq^2}{9b^2}$$

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

$pV = \nu RT$   
 $\nu_1 = \frac{10 \cdot 90}{6}$   
 $\nu_2 = \frac{10 \cdot 90}{6}$

$$A_{12} = 2R \cdot V \quad T_1 = 6 \nu R T_1$$

$$p_0 V_0 = 1 \quad x^2 p_0 V_0 = (\sqrt{2})^3 \quad x^2 = 2^{\frac{3}{2}} \quad x = 2^{\frac{3}{4}}$$



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!



$$a t = \Delta v$$

$$0 - v_0 = -gt$$

$$v_0 = gt = 20 \text{ м/с}$$

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

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

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

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

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

$$h_0 = \frac{-S \pm \sqrt{S^2 - \frac{g^2 S^4}{v_0^4}}}{-g \frac{S}{v_0^2}}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - \frac{1}{40}}}{-0,5} = \frac{-1 \pm \sqrt{\frac{39}{40}}}{-0,5}$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

$$\frac{14}{8} = 1,75$$

$$\frac{10}{8} = 1,25$$

$$\frac{7}{8} = 0,875$$

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

$$ma = F - \mu mg$$

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

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

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

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

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

$$\frac{14}{8} = 1,75$$

$$\frac{10}{8} = 1,25$$

$$\frac{7}{8} = 0,875$$

$$\frac{1}{8} = 0,125$$

$$\frac{1}{8} = 0,125$$

$$ma = F - \mu mg$$

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

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

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

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

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

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

$$v_0 = at \quad v_0 = \mu g t$$

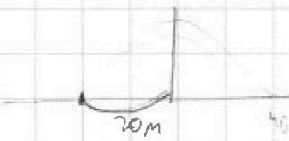
$$v_0 = \mu g t$$

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

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

$$L = \frac{v_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

ЧЕРНОВИК



$$\left(\frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}\right)' = \frac{1 + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{-2 \cdot 2 \cdot 0,84}{85 \cdot 20 \cdot 0,65}$$

$$-\frac{1}{15} + 0,26$$

$$C = \frac{dQ}{dt}$$

$$\frac{1}{5} \cdot 4$$

$$-1 \pm \sqrt{1 - \frac{100 - 2 \cdot 20 \cdot 20}{20 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20}}$$

$$-\frac{10 \cdot 20}{20 \cdot 20}$$