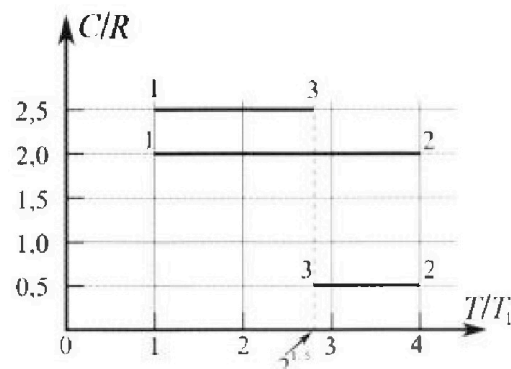


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

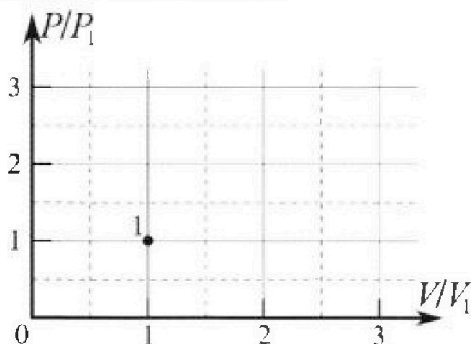
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



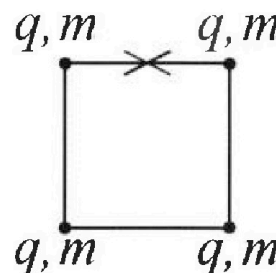
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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.

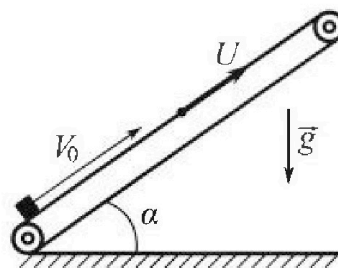
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

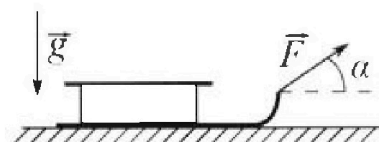
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.





1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

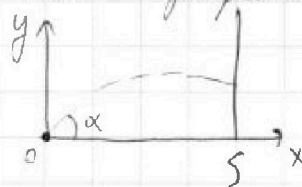
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

№ 1

1. В течении 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 второй мячике 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)

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

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

Когда мяч ударится об стену $x = S$

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

Максимальная высота удара об стену достигается только при единственном оптимальном угле бросания, поэтому уравнение (3) относительно $\tan \alpha$ 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
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 МФТИ

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



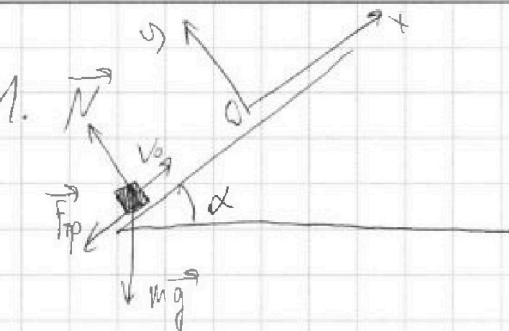
$$D = S^2 - 4 \frac{g S^2}{2V_0^2} \left(\frac{g S^2}{2V_0^2} + y \right) = 0$$

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. $H_{\max} = 15 \text{ м}$.



N2

Запишем ~~закон~~ 2 закон

Ньютона для коробки по оси OY и OX

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

$$OX: m a_x = -F_{тр} - mg \sin \alpha$$

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

$$m a_x = -\mu mg \cos \alpha - mg \sin \alpha$$

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

$$\text{т.к. } \sin \alpha = 0,8,$$

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

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 - расстояние от точки старта до коробки по оси OX)

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

$$h = 0,8 \text{ м}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



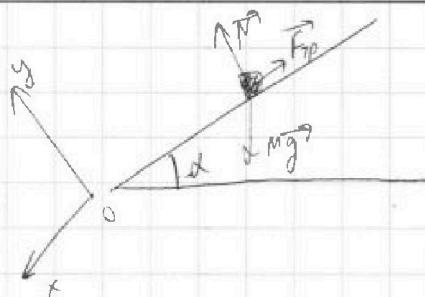
МФТИ

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. тело 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 ледяного трамслектера.

Это инерциальная система отсчета.

Тогда начальная скорость коробки в этой СО равна

$$v_0 - u$$



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

Рассмотрим движение коробки. Мы уже знаем, что ускорение коробки в такой конструкции $a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$ 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 из прошлой пункта $h_2 = L = 0,2 \text{ м}$ до коробки по оси Ox)

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

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

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
☐	☒	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$H = \frac{-2 \cdot 2 \cdot 0,8}{2 \cdot 10(0,8 - \frac{1}{3} \cdot 0,6)} + 0,2 \cdot 0,8 = -\frac{4}{15} + \frac{16}{20} \quad H < 0$$

Это значит, что скорость коробки никогда не будет равна 2 м/с ~~в нашей~~ и направлена против оси ОХ в нашей системе отсчета, поэтому в ЛСО скорость коробки никогда 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:

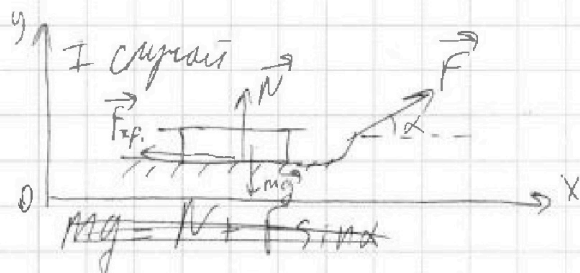
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



№ 3



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

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

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

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

т.к. санки в обоих случаях разгоняются до одинаковой скорости
за одинаковое время, то $a_{1x} = a_{2x}$

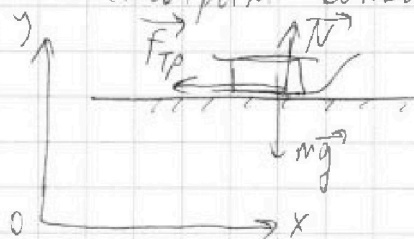
$$\frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha}{m} = \frac{F - \mu mg}{m}$$

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

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

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

Рассмотрим санки после прекращения действия силы:

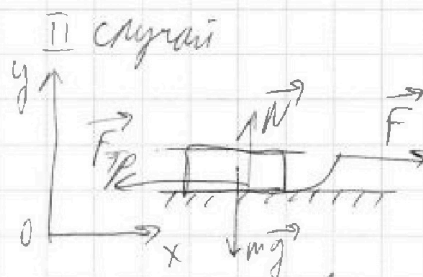


$$OY: N = mg$$

$$OX: ma_x = -F_{тр}$$

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

$$ma_x = -\mu mg$$



$$OY: N = mg$$

$$OX: ma_{2x} = F - F_{тр}$$

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

$$ma_{2x} = F - \mu mg$$



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:

$$0 - V_0 = -\mu g t$$

$$t = \frac{V_0}{\mu g}$$

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

$$\text{Ответ: } 1. \mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}; \quad 2. t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g(1 - \cos \alpha)}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

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

МФТИ



N 4

$V = 1 \text{ моль NO}$ ускорен

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

из графика $Q_{12} = 2R \cdot 3T_1$

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

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

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

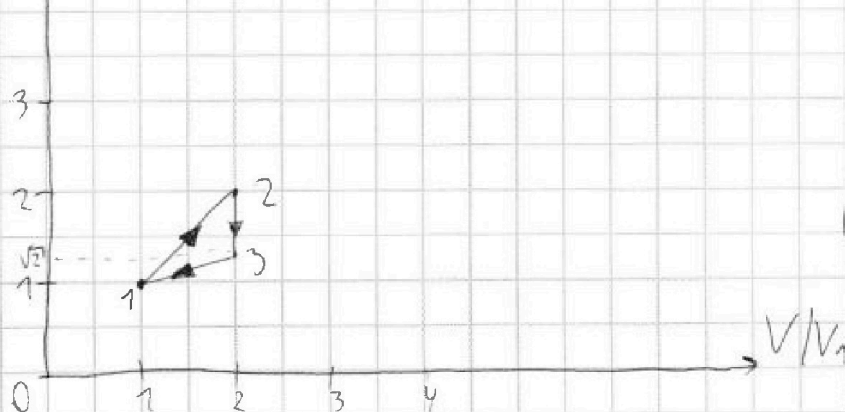
$$\eta = \frac{6RT_1 - 4,5RT_1 + (-RT_1(4 - 2\sqrt{2})) - R \frac{3}{2} R (2\sqrt{2} - 4) T_1 + (-RT_1(2\sqrt{2} - 1)) - \frac{3}{2} R (1 - 2\sqrt{2}) T_1}{6RT_1}$$

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

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

$$- \frac{3}{2}RT_1 + 3\sqrt{2}RT_1 = \frac{RT_1}{6RT_1} = \frac{1}{6}$$

3. p/p_1

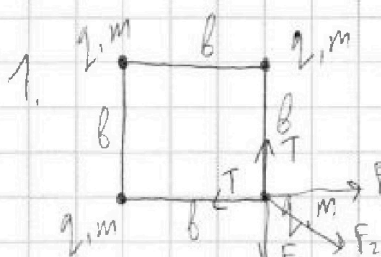


Дано: 1. $A_{12} = 5000 \text{ Дж}$

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

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!



№5
В силу симметрии все силы натяжения
нитей одинаковы и равны T

Тогда рассмотрим равновесие одного
из шариков.

из закона Кулона

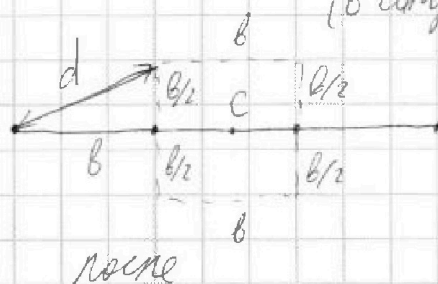
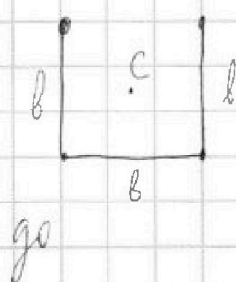
$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$

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

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

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

3. Так как нить преобразуется силой натяжения, то после
перерезания нити на систему из шариков нить не
действует внешние силы. Тогда, по теореме о движении
центра масс, ускорение центра масс системы равно 0.
А т.к. изначально центр масс находился со ШМ все время
остается на том же месте. С - центр масс системы
(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
☐

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



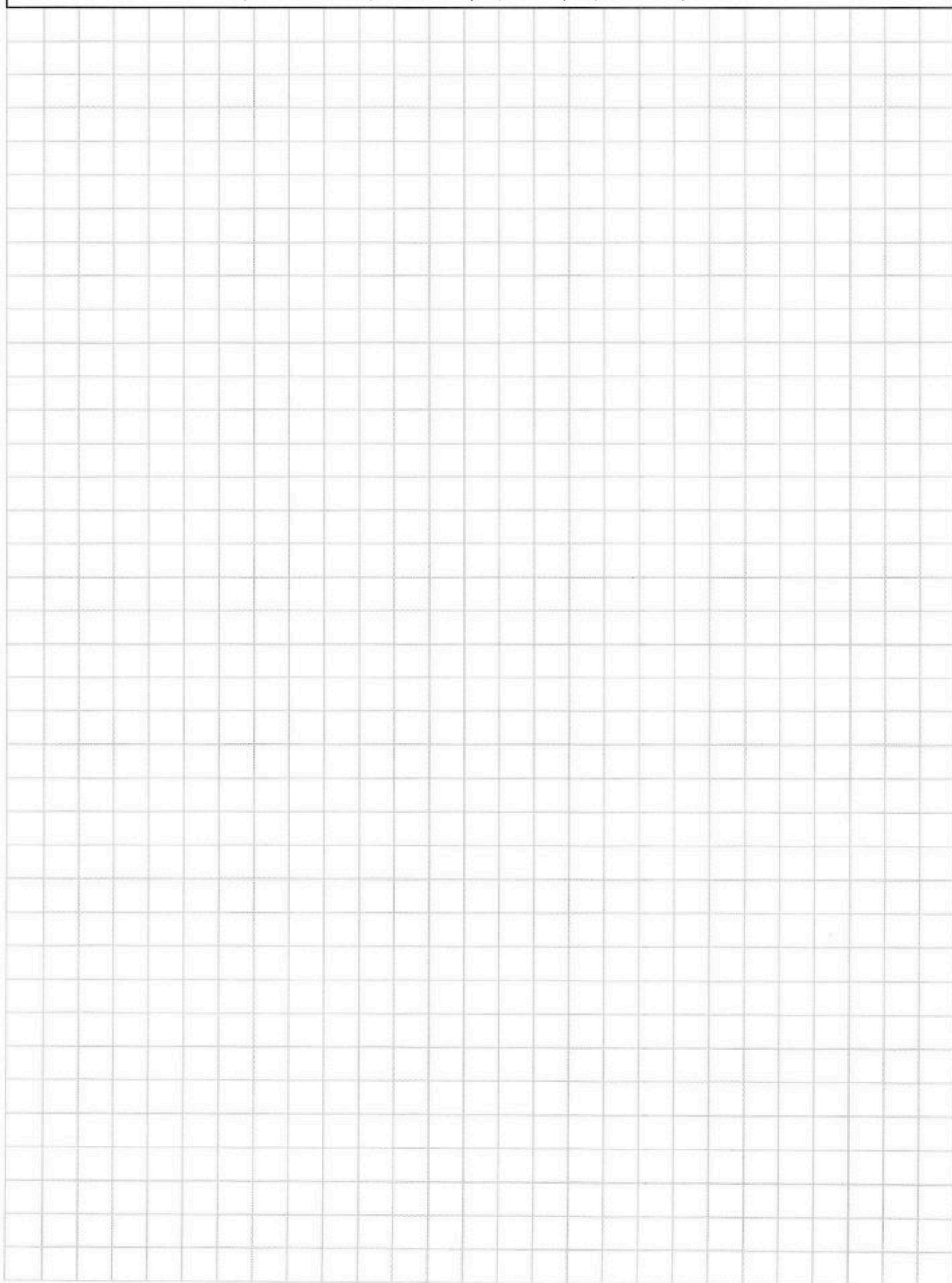
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

 **МФТИ**

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

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

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

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

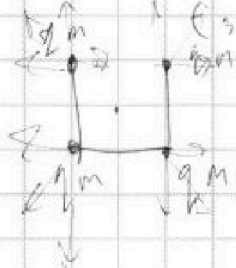
$$= 2 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 0,6 = 2,4 = 2,4$$

$$\sqrt{2,4} \approx 1,55$$

$$C_1 = 2R$$

$$C_2 = 0,5R$$

$$C_3 = 2,5R$$



$$A = 4qR$$

$$F = \frac{kq^2}{r^2}$$

$$W = \frac{kq}{r}$$

$$E_1 = \frac{kq}{8} \left(\frac{8\sqrt{2}+1}{\sqrt{2}} \right)$$

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

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

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

$$A_{12} = 6\sqrt{2}RT_1$$

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

$$\sqrt{2}RT_1 = p_1 v_1$$

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

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

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

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

$$\frac{837}{12}$$

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

$$\frac{7662}{837}$$

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

$$\frac{5(2\sqrt{2}-1)}{4} RT_1$$

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!



№4

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

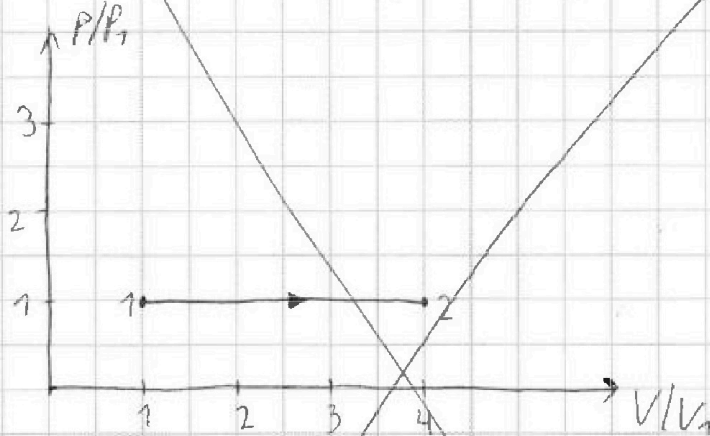
из графика $C_{12} = \text{const} = 2R$ по условию $V = 1 \text{ мкс}$

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

$$A_{12} = 3VRT_1$$

$$A_{12} = 3 \cdot 1 \cdot 8,31 \cdot 400 = 9962 \text{ Дж}$$

3.



$$2. A_{\text{цикл}} = A_{12} + A_{23} + A_{31} = \frac{2R}{2} \cdot 3T_1 + \frac{0,5R}{2} (2\sqrt{2} - 1)T_1 + \frac{2,5R}{2} \frac{1}{2\sqrt{2} - 1} T_1$$

$$T_1 = RT_1 \left(3 + \frac{\sqrt{2}}{2} - 1 + 2,5\sqrt{2} + \frac{5}{8} \right)$$

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

$$A_{\text{цикл}} = \left(\frac{21}{8} - 2\sqrt{2} \right) RT_1$$

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

$$\eta = \frac{A_{\text{цикл}}}{Q_{12}} = \frac{\left(\frac{21}{8} - 2\sqrt{2} \right) RT_1}{6RT_1} \approx -0,3\%$$

$$\begin{array}{r} 1 \\ 831 \\ 6 \\ \hline 4986 \end{array}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

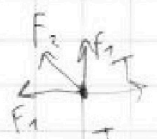
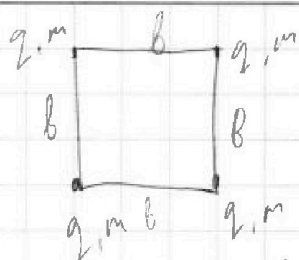
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



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

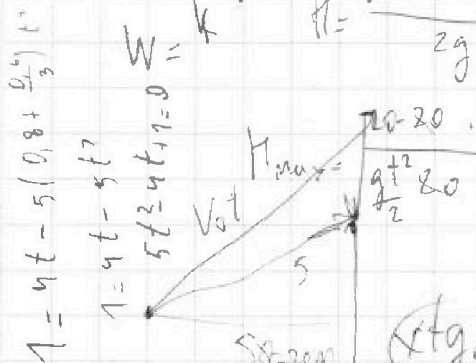
$$T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2 \cos \alpha}{2b^2}$$

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

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

Черновик

$$W = k \cdot \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$



$$H_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = 10 \text{ m}$$

$$y = x \tan \alpha - \frac{g}{2V_0^2} (x^2 + 1)x^2 - y$$

$$D = x^2 - 4 \frac{g}{2V_0^2} L = \frac{V}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}$$

$$(x \tan \alpha - \frac{g}{2V_0^2} (x^2 + 1)x^2 - \frac{g}{2V_0^2} x^2 - y = 0 \quad 6 \cdot 10^{-23}$$

$$\frac{g}{2V_0^2} x^2 \tan^2 \alpha - x \tan \alpha + \frac{2x^2}{2V_0^2} + y = 0$$

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

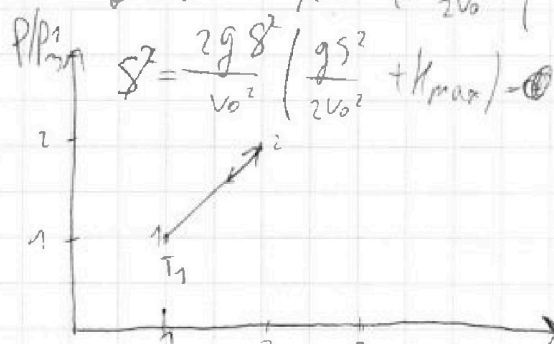
$$\frac{V_0^2}{2g} = \frac{g}{2V_0^2} + H_{\max}$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{g}{2V_0^2}$$

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

(C.V)

$$pV = \nu RT$$



$$C_V = \frac{5}{2} R$$

$$dA = p dV = C_V dT$$

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

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

$$E_{12} = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{4b^2} + \frac{kq^2}{9b^2} = \frac{37kq^2}{36b^2}$$

$$E_{34} = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{4b^2} = \frac{45kq^2}{18b^2} = \frac{5kq^2}{2b^2}$$

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

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

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!



$$a t = \Delta v$$

$$0 - v_0 = -gt$$

$$v_0 = gt = 20 \text{ м/с}$$

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

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

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

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

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

$$h_0 = \frac{-S \pm \sqrt{S^2 - \frac{g^2 S^4}{v_0^4}}}{-\frac{g S^2}{v_0^4}} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - \frac{g^2 S^2}{v_0^4}}}{-\frac{g S}{v_0^2}}$$

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

$$N = mg \cos \alpha$$

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

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

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

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

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

$$ma = F - \mu mg$$

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

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

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

$$ma = -\mu mg \quad v_0 = \mu g t$$

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

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

$$a = \dots \quad t = \frac{v_0}{\mu g}$$

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

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

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

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

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