

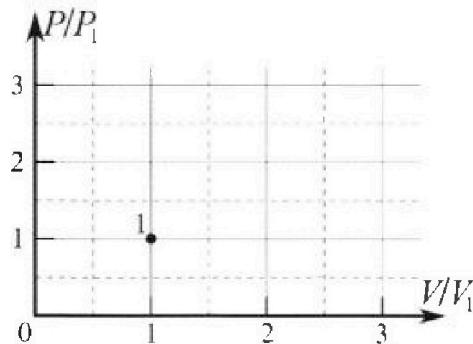
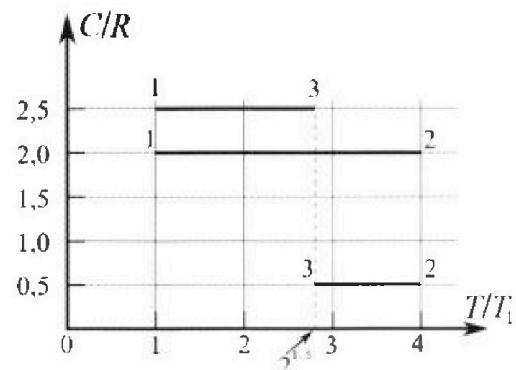
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**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 процессы: 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).

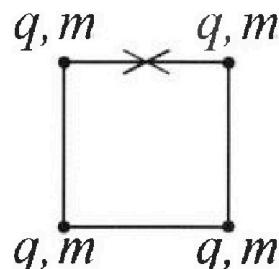
- 1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах  $(P/P_1, V/V_1)$ , где  $P_1$  и  $V_1$  давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует 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 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.

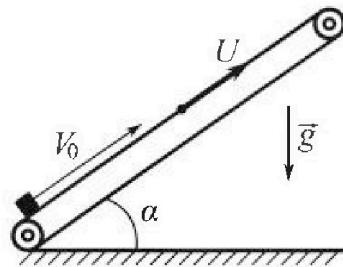
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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

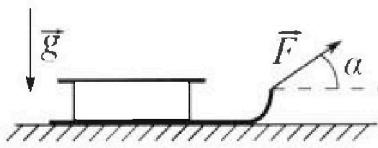
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2 \text{ м/с}$ , и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ .

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.



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

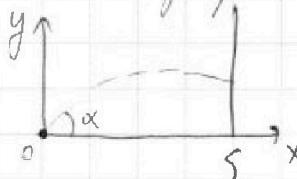
N 1

1. В течении своего полета мяч движется с ускорением свободного падения  $\vec{g}$ . В конце максимальной высоты скорость 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 пункте мяч также движется с ускорением свободного падения  $\vec{g}$

Запишем закон движения мяча по осям  $Ox$  и  $Oy$ .



$$Ox: X = V_0 \cos \alpha t \quad (1) \quad \text{взять из (1) и}$$

$$Oy: Y = V_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (2) \quad \text{найдем из (2)}$$

$$Y = X \operatorname{tg} \alpha - \frac{g X^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$Y = X \operatorname{tg} \alpha - \frac{g (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}{2 V_0^2} X^2$$

Когда мяч удастся об стену  $X=S$

$$Y = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{g (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1)}{2 V_0^2} S^2 \quad (3)$$

Максимальная высота удара об стену достигается только при единственном оптимальном угле бросания, потому 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

МФТИ

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

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

В этом случае  $H_{\max}$

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

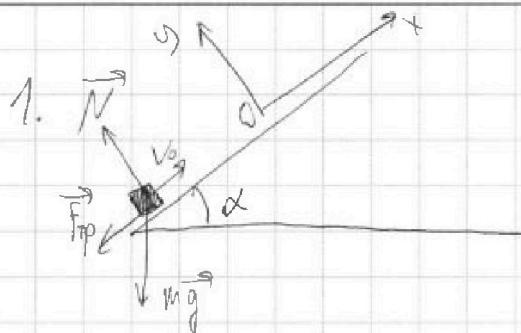
$$H_{\max} = \frac{V_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2V_0^2} \quad H_{\max} = \left( \frac{20 \cdot 20}{2 \cdot 10} - \frac{10 \cdot 20 \cdot 20}{2 \cdot 20 \cdot 20} \right) m = 15m$$

Ответ: 1.  $V_0 = 20 \frac{m}{s}$ , 2.  $H_{\max} = 15m$ .

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



N2

Запишем уравнения 2 законов

Нормала для коробки по оси OY и X

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

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

$$F_{TP} = \mu N, T.K. \text{ это скольжение}$$

$$T.K \sin \alpha = 0,8,$$

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

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

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

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, потому уравнение не имеет действительных корней. Значит, коробка не тронется и не движется, а достигла максимальной высоты и начала движение в обратную сторону

наиболее высокую точку пути коробки в время  $t_1$ , подъема.

$$h = \frac{v_0^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} \quad h - \text{расстояние от точки старта до коробки}$$

$$h = 0,8 \text{ м по оси OX}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

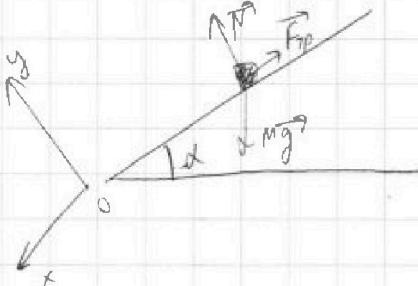
- |                          |   |                                     |   |                                     |   |                          |   |                          |   |                          |   |                          |   |
|--------------------------|---|-------------------------------------|---|-------------------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | 1 | <input checked="" type="checkbox"/> | 2 | <input checked="" 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!

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

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



Дано, оу:  $N = mg \cos \alpha$

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

$F_{fp} = \mu N$ , т.к. вдоль склонения

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

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

Найдем за какое время  $t_1$  корабль придет остановившись

$$1 \text{ м} - 0,8 \text{ м} = 0,2 \text{ м} \text{ пути} \quad h_1 = 0,2 \text{ м}$$

$$\frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) t_1^2}{2} = h_1$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{2 h_1}{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} \quad t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{10(0,8 - \frac{1}{3}0,6)}} \text{ с} = \frac{1}{\sqrt{15}} \text{ с}$$

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

2. Найдем скорость корабля перед торможением.

Это инерциальная система отсчета.

Тогда начальная скорость корабля в этой СС равна

$$v_0 = u$$



- 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  $U=2 \text{ м/с}$  в СД, 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 направление 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  $h$ , коробки в нашей СД и время ее подъема. ( $h_2$ -расстояние от точки старта до коробки по оси  $Ox$ )

Из прошлого пункта  $h_1 = L = 0,2 \text{ м}$

~~$$t_0 = \frac{(V-U) + 0}{2} \quad t_0 = L$$~~

~~$$t_0 = \frac{2L}{V-U} \quad t_0 =$$~~

3. Рассмотрим движение коробки выше по оси  $Ox$  в нашей СД, мы уже знаем, что в этом случае  $a_x = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$

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

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

В нашей СД в начальный 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!

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

Это значит, что скорость коробки никогда не будет равна  
2 м/с в нашей и направлена гравитации 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

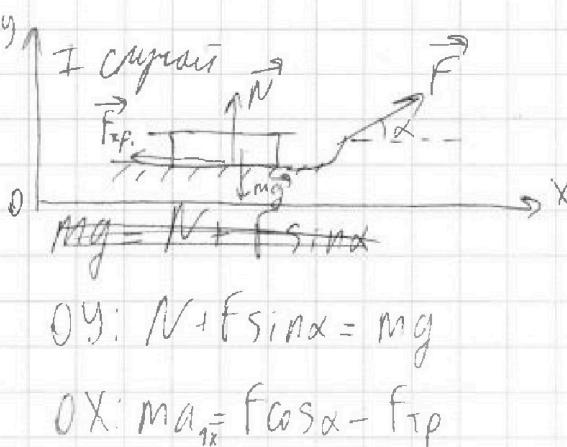
6

7

МФТИ



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



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

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

Т.к. санки в обоих случаях приобретают ту же одинаковую скорость  
за одинаковое время, то  $a_{1x} = a_{2x}$

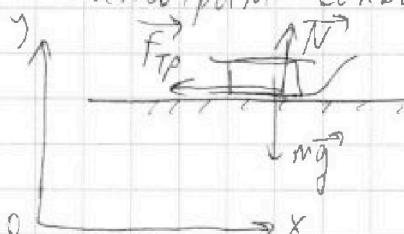
$$\frac{F \cos \alpha - \mu mg + \mu f \sin \alpha}{m} = \frac{F - \mu mg}{m}$$

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

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

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

Рассмотрим санки после прекращения действия силы:



$$0Y: N = mg$$

$$0X: ma_x = -f_F$$

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

$$ma_x = -\mu mg$$



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!

$$\alpha_x = -\mu g$$

Закон движения проекции по оси ОХ:

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

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

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

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!

№4

$V = 7 \text{ м}^3/\text{мин}$  удалено

$$1. A_{12} = Q_{12} - DV_{12}$$

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

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

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

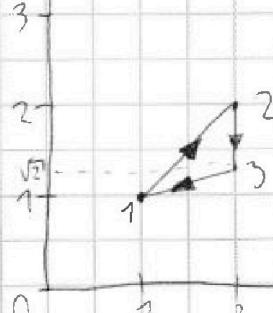
$$2. \eta = \frac{A_{12} + A_{23} + A_{31}}{Q_{12}} = \frac{A_{12} - DV_{12} + Q_{23} - DV_{23} + Q_{31} - DV_{31}}{Q_{12}}$$

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

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

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

$$3. \eta = \frac{P/P_1}{V/V_1}$$



Одн. 1.  $A_{12} = 5000 \text{ Dm}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

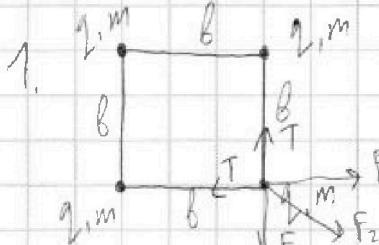
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- 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 взаимодействия  
меж шариками одинаковы и равны Т

Тогда рассмотрим равновесие первого  
из шарика купона

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

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

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

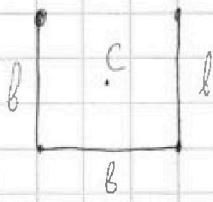
$$F_2 = \frac{kq^2}{(1.5b)^2}$$

3. Так как мы предполагаем силы гравитации после

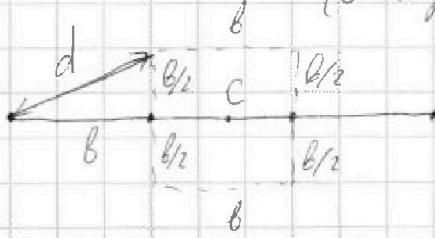
переворота направлены вдоль оси шариков и силы не  
действуют вдоль оси. Тогда, по теореме о движении  
центра масс, ускорение центра масс изменится равно 0.

А т.к. изначально центр масс находился со сч. все время  
остался на том же месте. (Центр масс движется

(в силу симметрии он  
в центре квадрата)



до



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

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

2. скорость одного из центральных шариков будет  
равна 0. Он находится в равновесии

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



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.

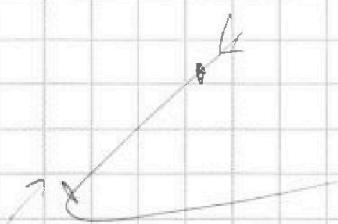
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

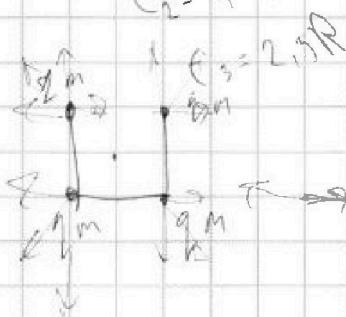
**МФТИ.**

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



$$C_1 = 2R$$

$$C_2 = 0,5R$$



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

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

$$\sqrt{2} = 2 \cdot 10 \cdot 0,2(0,8 - 0,2) \\ = 2 \cdot 10 \cdot 0,2 \cdot 0,6 = 0,4 \cdot 6 = 2,4$$

$$\sqrt{2,4} < 2$$



$$1 - 120$$

$$F = \frac{kq}{8}$$

$$4 \left| 2 \frac{kq}{8} + \frac{kq}{12} \right| = \frac{4 \cdot 15 \cdot q}{12}$$

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

$$E_1 = \frac{kq}{8} \left( \frac{8\sqrt{2}+4}{\sqrt{2}} \right) \quad A = \frac{5(2\sqrt{2}-1)}{4} \cdot V_1$$

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

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

$$E_2 = 2 \left| \frac{kq}{8} + \frac{kq}{28} + \frac{kq}{36} \right| = 2 \left| \frac{kq}{8}, \frac{kq}{28}, \frac{kq}{36} \right|$$

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

$$E_2 = 2 \frac{kq}{8} \frac{11}{6} + 2 \frac{kq}{8} \frac{5}{2}$$

$$E_2 = \frac{kq}{8} \left( \frac{11}{3} + \frac{5}{4} \right) = \frac{kq}{8} \frac{59}{12}$$

$$831 \cdot 4 \cdot 3$$

$$8 + 2\sqrt{2} \quad V \frac{59}{72} \quad VRT_1 = pV_1$$

$$831 \quad A_{13} = \frac{2,5R}{2} T_1 (\sqrt{2}^2 - 1)$$

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

$$7662$$

$$8V64 + \left( \frac{59}{72} \right)^2 - \frac{59}{6}$$

$$831$$

$$8V64 + \frac{59}{6} \left( \frac{59}{72} - 1 \right)$$

$$\frac{9(2\sqrt{2}-1)}{4} \cdot V_1$$

$$f_{13} = \frac{2,5R}{2} T_1 (2V2-1)$$

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

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!

н/4

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

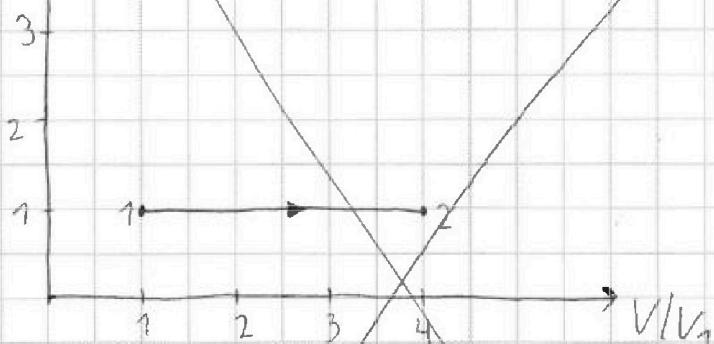
из графика  $C_{12} = \text{const} + 2R$  по условию  $V = 1 \text{ м}^3$

$\Delta T = nT_1 - T_1 = 3T_1$

$A_{12} = 3VnRT_1$

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

3.  $\frac{P}{P_1}$



2.  $A_{\text{цикла}} = A_{12} + A_{23} + A_{34} = \frac{2R}{2} \cdot 3T_1 + \frac{0,5R}{2} (2\sqrt{2}-4)T_1 + \frac{2,5R}{2} \cdot 1$

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

$A_{\text{цикла}} = \left[ 1\frac{3}{8} + 3\sqrt{2} \right] RT_1$

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

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

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

837

6

1986

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

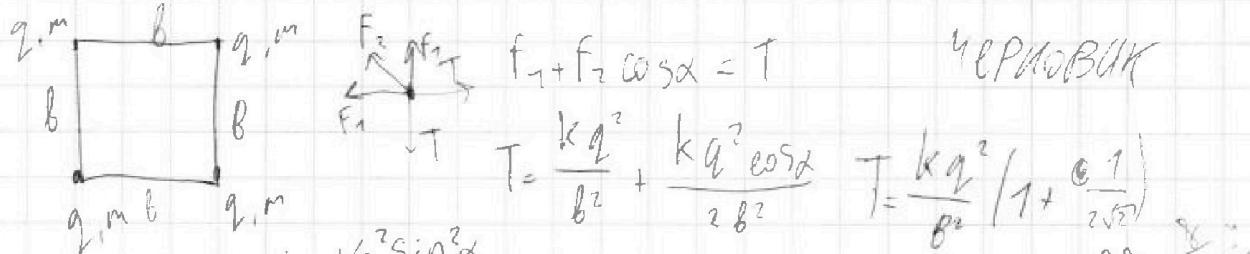
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!



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

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

ЧЕРНОВИК

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

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

$$T = 10 \cdot 0.607$$

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

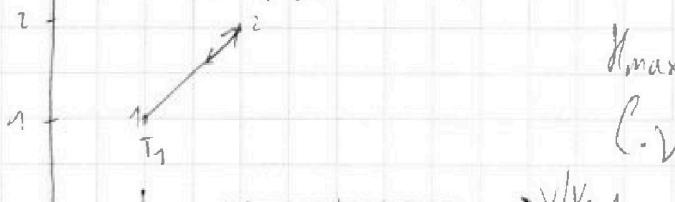
$$\frac{q}{2V_0^2} x^2 \tan^2 \alpha - x \tan \alpha + \frac{q x^2}{2V_0^2} + y = 0$$

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

$$S^2 = \frac{2g^2}{V_0^2} \left( \frac{q s^2}{2V_0^2} + H_{\max} \right) = 0$$

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

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



$$pV = nRT$$

$$n_{12} = 2R \cdot V / 3T_1 = 6VRT_1$$

$$(\sqrt{2})^3 p_0 V_0 = 1$$

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

$$Y^3 = (\sqrt{2})^3 \quad Y = 2^{\frac{3}{4}}$$

$$CV = \rho DT$$

$$dA = pdV = C_V DT$$

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

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

$$E = \frac{90 + 60}{36} \frac{kq^2}{b^2} = \frac{152 kq^2}{36 b^2}$$

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

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

$$E_{34} = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{8b^2} + \frac{kq^2}{16b^2} = \frac{45kq^2}{32b^2} = \frac{38kq^2}{96b^2} = \frac{19kq^2}{48b^2}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <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!

$$\Delta t = \Delta V$$

$$0 - V_0 = -g t$$

$$V_0 = g t = 20 \text{ м/с}$$

$$x = V_0 \cos \alpha t \quad t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$



$$L = \frac{V_0^2 \sin(2\alpha)}{g}$$

ЧЕРНОВИК

$$\left( \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right)' = \frac{1 + \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{1}{85.76} = \frac{-8.2 \cdot 0.84}{85.76} =$$

$$-\frac{1}{19} + 0.06$$

(dT-dQ)

$$y = x \tan \alpha - \frac{g}{2V_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) x^2 \quad h = S \tan \alpha = \frac{g}{2V_0^2} \tan^2 \alpha = S^2 \quad C = \frac{dQ}{dT}$$

$$h = S \tan \alpha - \frac{g}{2V_0^2} (\tan^2 \alpha + 1) S^2 \quad h = S \tan \alpha - \frac{g S^2}{2V_0^2} \tan^2 \alpha - \frac{g S^2}{2V_0^2} = 1.84$$

$$h = \frac{S}{\cos^2 \alpha} - \frac{-S \pm \sqrt{S^2 - \frac{g^2 S^4}{V_0^4}}}{-g \frac{s^2}{V_0^2}} = \frac{-S \pm \sqrt{S^2 - \frac{g^2 S^4}{V_0^4}}}{-g \frac{s^2}{V_0^2}} = \frac{-S \pm \sqrt{S^2 - g^2 S^4}}{g s^2}$$

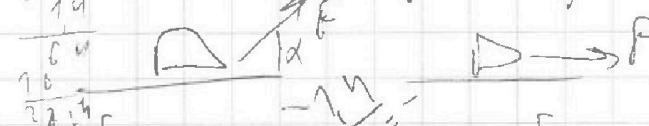
$$t_{\text{stop}} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - \frac{g^2 S^2}{V_0^4}}}{-g \frac{s}{V_0^2}} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - \frac{700 \cdot 2 \cdot 20}{20 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20}}}{-g \frac{s}{V_0^2}} = -1 \pm \sqrt{1 - \frac{700 \cdot 2 \cdot 20}{20 \cdot 20 \cdot 20 \cdot 20}} = -1 \pm \sqrt{1 - \frac{700}{2000}} = -1 \pm \sqrt{0.3} =$$

$$t_{\text{stop}} = \frac{-1 \pm \sqrt{1 - \frac{1}{40}}}{-0.5} = \frac{-1 \pm \sqrt{\frac{39}{40}}}{-0.5} = -2 \pm \sqrt{\frac{39}{40}} = -2 \pm \frac{\sqrt{39}}{2} = -2 \pm 2.22$$

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

$$N = mg \cos \alpha \quad M_a = -mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha$$

$$a = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \quad t = 4t - 5(0.8 + 0.2)t$$



$$N - F \sin \alpha = mg \quad M_a = F - \mu mg$$

$$M_a = F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha \quad t = \cos \alpha + \mu \sin \alpha \quad M_a = -\mu mg \quad V_0 = \mu g t$$

$$F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu mg + F \sin \alpha \quad M = \frac{1}{\sin \alpha} - \mu \tan \alpha$$

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

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

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