

# 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.

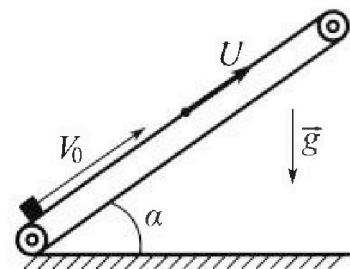
1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.

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  $S = 1 \text{ м}$ ?

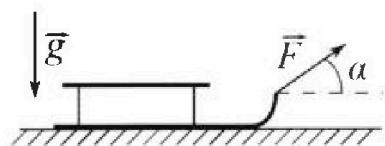
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2 \text{ м/с}$ , и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ .

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

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

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

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



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

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

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

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.

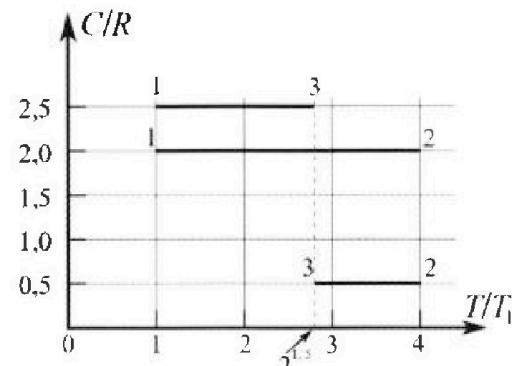
$$\begin{aligned}
 & \text{1-2 } \frac{4q^2}{\theta} \quad \text{1-3 } \frac{4q^2}{2\theta} \quad \text{1-4 } \frac{4q^2}{3\theta} \quad \text{2-3 } - \frac{4q^2}{\theta} \quad \text{2-4 } - \frac{4q^2}{2\theta} \\
 & \frac{34q^2}{\theta} + \frac{4q^2}{\theta} + \frac{4q^2}{3\theta} = \frac{9+3+1}{3} \frac{4q^2}{\theta} = \frac{13}{3} \frac{4q^2}{\theta}.
 \end{aligned}$$

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

**Вариант 10-01**

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

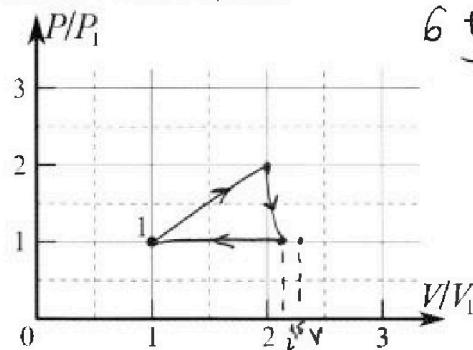
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры газа в процессах: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



$$\begin{aligned} & \frac{6 + \sqrt{2} - 2 + 2\sqrt{5} - 5\sqrt{2}}{6} = \\ & \text{Ox} = \frac{6 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} = 1.5 \\ & = \frac{9 - 4\sqrt{2}}{6} = \frac{9}{6} = 1.5 \\ & = \frac{9}{6} = \frac{3}{2} = 1.5 \end{aligned}$$

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.

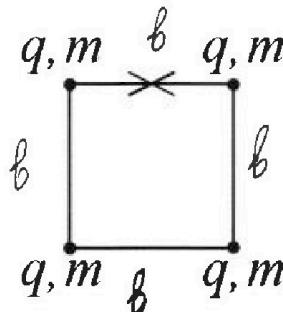
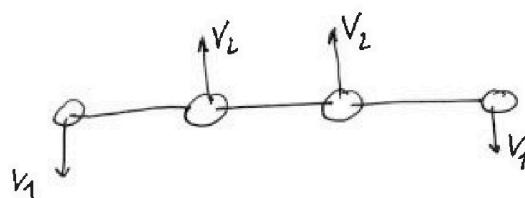
Одну нить пережигают.

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.

$$V_1 = V_L = \checkmark$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

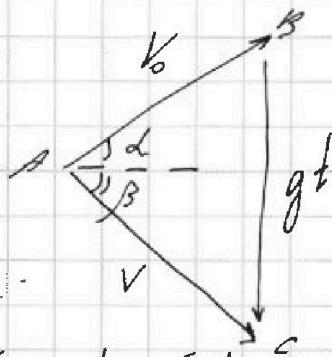
МФТИ

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

N1.

- 1)  $V_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$   
2) наименьшая требуемая скорость:

$V$ - скорость, когда  
шар удаляется о  
стенку



С другой стороны:

$$S_{BC} = \frac{1}{2} V_0 \cdot V \cdot \sin(\alpha + \beta) \quad (1)$$

С другой стороны:

$$\begin{aligned} S_{BC} &= \frac{1}{2} V_0 \cos \alpha \cdot g t = \\ &= \frac{1}{2} V_0 \cos \alpha \cdot \frac{V^2 - V_0^2}{2g} = \\ &\quad \underbrace{\cancel{S_{BC}}}_{S_{BC}} \end{aligned} \quad (2)$$

но Зад.

$$\frac{m V_0^2}{2} = \frac{m V^2}{2} + m g H$$

$$V = \sqrt{V_0^2 - 2gH}$$

( $H$  - высота, на которой  
шар удаляется о стенку)

Приравняем (1) к (2):

$$S_{BC} g = V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 - 2gH} \cdot \sin(\alpha + \beta)$$

$H = H_{\max}$ , когда  $\sin(\alpha + \beta) = 1$

$$S_{BC} g = V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 - 2gH_{\max}}$$

$$\left( \frac{S_{BC}}{V_0} \right)^2 = V_0^2 - 2gH_{\max}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

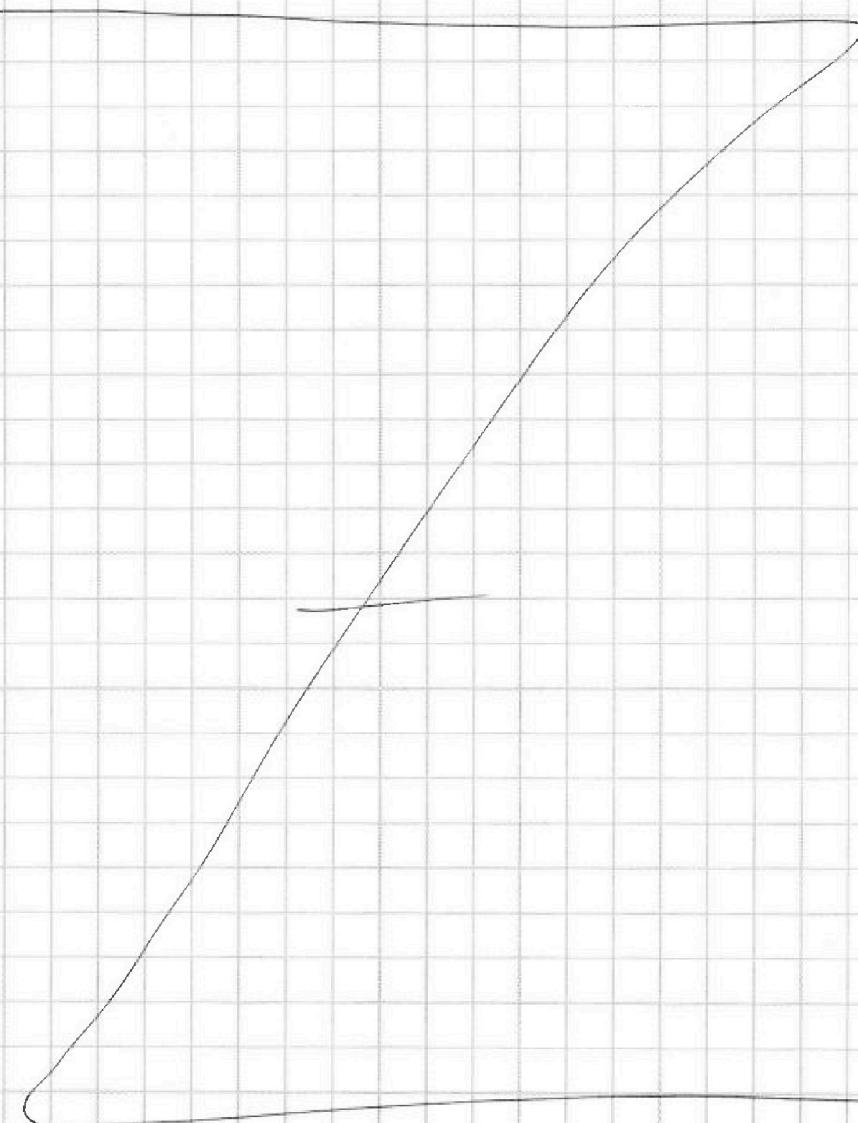
МФТИ

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

$$H_{\max} = \frac{\frac{V_0^2}{2g} - \left(\frac{8.5}{2}\right)^2}{\frac{20^2 - (\alpha D \cdot 10)^2}{20}} =$$
$$= \frac{20^2 - 10^2}{20} = \frac{2 \cdot 30 \cdot 10^2}{20} = 15 \text{ м.}$$

Ответ:  $V_0 = 20 \text{ м/с}$

$H_{\max} = 15 \text{ м.}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



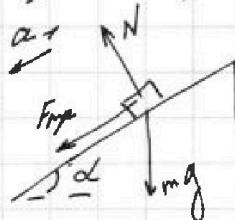
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

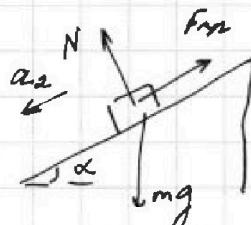
при движении по транспортеру вдоль него  
2 ситуация: I



в этой ситуации

$$a_1 = g \sin \alpha + \mu g \cos \alpha = \\ = 10 (0,8 + \frac{1}{3} \cdot 0,6) = 10 \cdot (0,8 + 0,2) = 10 \text{ м/с}^2$$

II



в этой ситуации:

$$a_{II} = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = \\ = 10 \cdot (0,8 - 0,2) = 6 \text{ м/с}^2$$

1) что будет движение начнёт  
быстро, а потом оно остановится  
(т.к.  $\frac{V_0^2}{2a_1} < S$ )

$S_1 = \frac{V_0^2}{2a_1} = \frac{16}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м}$  — путь, ко-  
торый надо пройти для остановки

$$t_1 = \frac{V_0}{a_1} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

дальше что будет движение с  
ускорением  $a_2$  и движение по пути

$$S_2 = S - S_1 = \frac{a_2 t_2^2}{2} \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2(S - S_1)}{a_2}} = \\ = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2}{6}} = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$T = t_1 + t_2 = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}$$

2) при скорости  $U = a \text{ м/с}$  что будет  
движение вверх с ускорением  $a_1$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



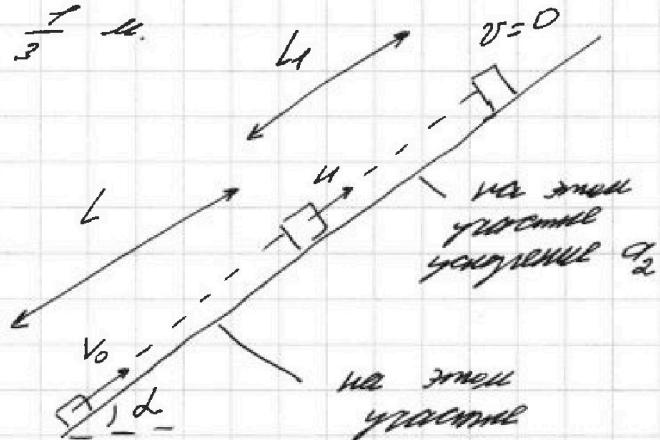
- |                          |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <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!

$$\angle = \frac{V_0^2 - U^2}{2a_1} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{20} = 0,6 \text{ м}$$

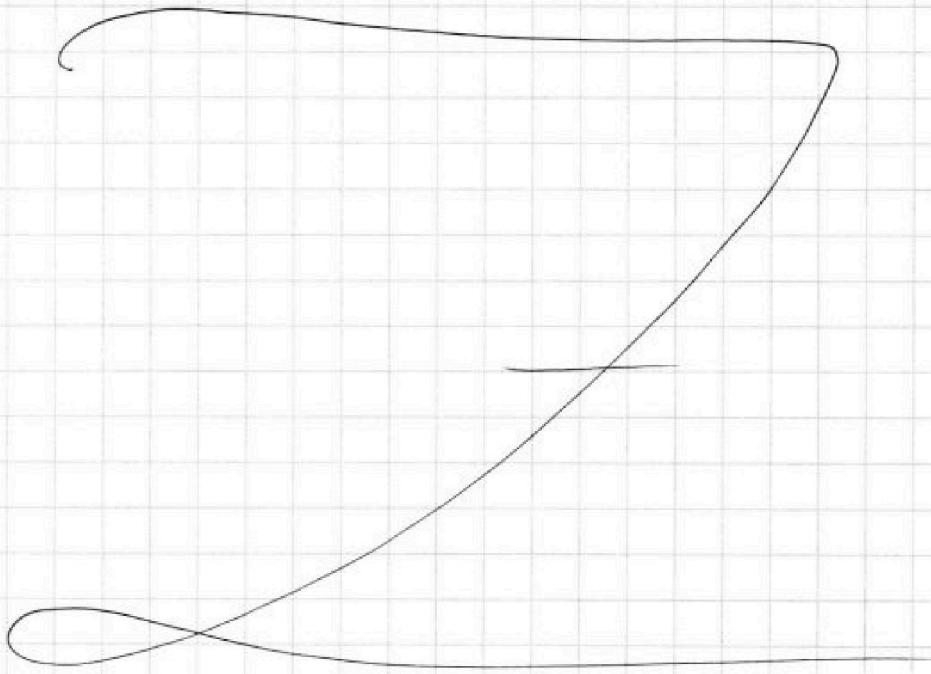
$$3) L_1 = \frac{U^2}{2a} = \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} \text{ м.}$$



$$H = (L + L_1) \cdot \sin \alpha_2 = (0,6 + \frac{1}{3}) \cdot 0,8 =$$
$$= \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{5} = \frac{56}{75} \text{ м}$$

$$\text{Variant: 1) } T = 0,6 + \sqrt{\frac{56}{75}} \text{ с}$$

$$2) L = 0,6 \text{ м} \quad 3) \frac{56}{75} \text{ м.}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

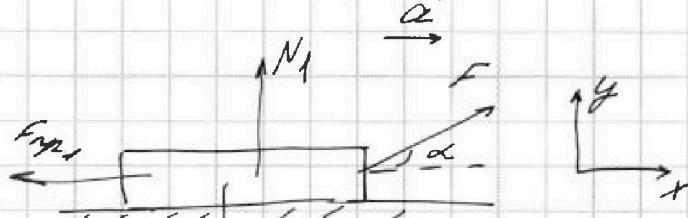
МФТИ



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

1) Сажен в обоих случаях разгоняется  
из состояния покоя до скорости  $v$ .  
Во втором случае сила тяги  $F$  не  
меняется, а движущийся в обоих случаях  
с одинаковыми ~~одинаковыми~~ ускорениями  
 $a$ .

1) ~~в~~ случаи:



по  $\alpha$  и  $3H$ : по  $y$ :

$$N_1 + F_{\text{sin} \alpha} = mg$$

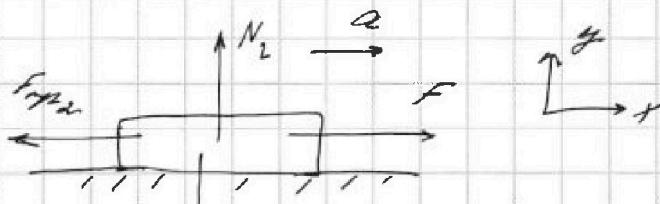
$$N_1 = mg - F_{\text{sin} \alpha}$$

по  $x$ :  $F_{\text{cos} \alpha} - F_{\text{fric}} = ma$

$$F_{\text{fric}} = \mu N_1, \text{ след. } F_{\text{cos} \alpha} - \mu(mg - F_{\text{sin} \alpha}) =$$

$$= ma \quad (1)$$

2) ~~в~~ случаи:



по  $\alpha$  и  $3H$ : по  $y$ :  $N_2 = mg$

по  $x$ :  $F - F_{\text{fric}} = ma$

$$F_{\text{fric}} = \mu N_2, \text{ след. } F - \mu mg = ma \quad (2)$$

Выражаем из (2) - (1):

$$F - \mu mg - F_{\text{cos} \alpha} + \mu mg - \mu F_{\text{sin} \alpha} = 0$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

$$1 - \cos d - \mu \sin d = 0$$

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

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

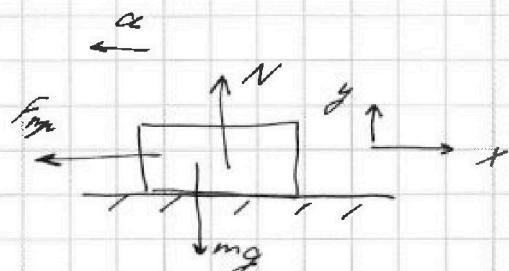
2) при прекращении действия силы  
сами будут замедляться с ускорением  
равным  $\mu g$ ,

и в остановятся

или разлетятся

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

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



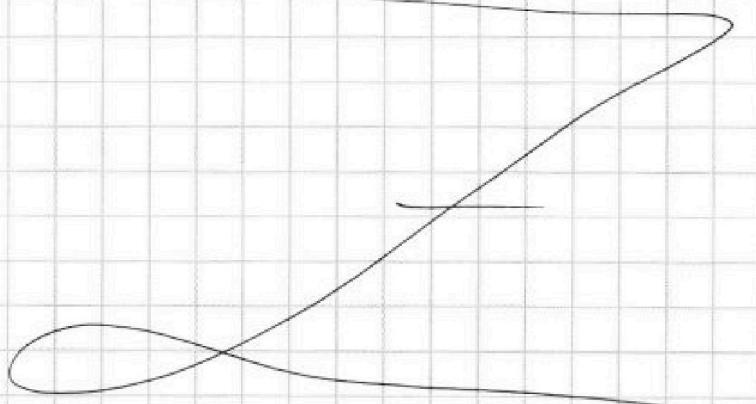
$$\text{но в 3H: } g \cdot N = mg$$

$$\begin{aligned} x: \quad f_{Fr} &= ma \\ \mu mg &= ma \end{aligned}$$

$$a = \mu g$$

$$\text{Ответ: } \mu = \frac{1 - \cos d}{\sin d}$$

$$T = \frac{V_0}{\mu g} = \frac{V_0 \sin d}{(1 - \cos d)g}$$





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

N4.

$$1) Q_{12} = \alpha K \cdot \Delta U_{12}$$

$$Q_{12} = \alpha K \cdot \nu \cdot (4T_1 - T_1) = 600 K T_1 > 0$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \alpha K (4T_1 - T_1) = 450 K T_1$$

$$A_{12} = U_{12} - \Delta U_{12} = 150 K T_1 = \frac{3}{4} \cdot 200 \cdot 200 =$$

= 4926 Дж.

$$2) Q_{23} = \frac{1}{2} K \cdot \nu \cdot (2^{75} T_1 - 4T_1) < 0$$

$$Q_{31} = \frac{5}{2} K \cdot \nu (T_1 - 2^{75} T_1) < 0$$

коэффициенты, полученные при  
изучении  $Q_{12} = U_{12}$ ; коэффициенты  
отрицательного холода  $Q_x = -(Q_{23} + Q_{31})$

$$\gamma = \frac{Q_x - Q_x}{Q_{12}} = \frac{600 K T_1 + \frac{1}{2} \alpha K (2^{75} T_1 - 4T_1) +}{+ \frac{5}{2} \alpha K (T_1 - 2^{75} T_1)} =$$

$$= \frac{6 + \sqrt{2} - 2 + 2,5 - 5\sqrt{2}}{6} = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} \approx$$

$$\approx \frac{0,9}{6} = \frac{9}{60} = \frac{3}{20} = 0,15 \text{ или } 15\%.$$

3) пущен 1-го - процесс с гравитационно-  
изменяющей зависимостью  $p$  от  $V$   
(т.к.  $L_{12} = \alpha K$ )

но гравитацию компенсировали.  
 $P_1 V_1 = P_2 V_2$ ,  $P_2 V_2 = \alpha K \cdot 4T_1 \Rightarrow P_2 = 2P_1$   
 $V_2 = 2V_1$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

процесс 3-1 - изобарический (т.к.  $C = \frac{5}{2}R$ ),

$$P_1 = P_3$$

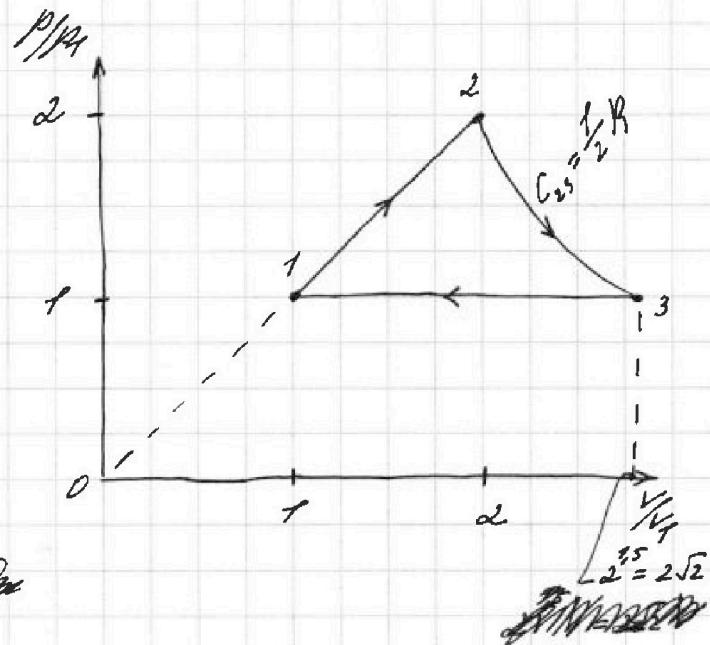
по уравнению Капилляров - Менделеева.

$$P_1 V_1 = \sqrt{R} T_1$$

$$P_3 \cdot V_3 = \sqrt{R} \cdot 2^{15} T_1 \Rightarrow V_3 = 2^{15} V_1$$

процесс 2-3 полный сжатия газа,  
соединив 2 и 3

Итак, сплошь:



- Ответ:
- 1) 4905 Дж
  - 2) 15 %
  - 3) см. рис.



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"/> |

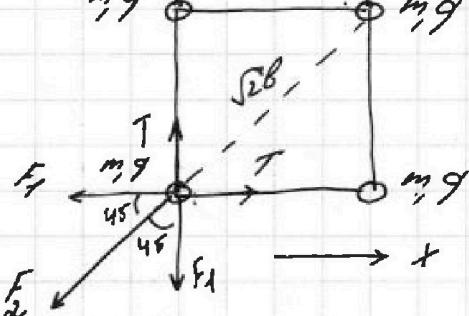
**МФТИ**



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

N5

1) чтобы найти силу напряжения  $T$ , растягивающую один из шариков



по 2 34 зде шарика: обx x.

$$T - F_1 - F_2 \cos 45 = 0$$

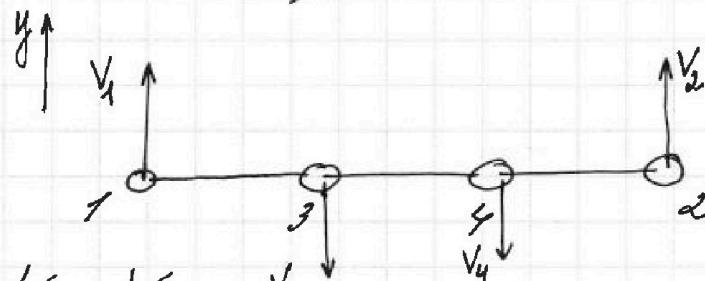
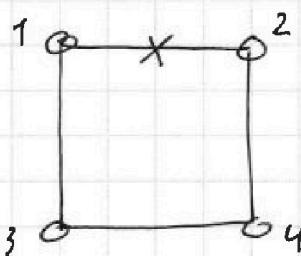
$$T = F_1 + F_2 \cos 45$$

$$F_1 = \frac{kq^2}{\delta^2}, \quad F_2 = \frac{kq^2}{(\sqrt{2}\delta)^2} = \frac{kq^2}{2\delta^2}$$

$$T = \frac{kq^2}{\delta^2} + \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{kq^2}{2\delta^2} = \frac{kq^2}{\delta^2} \left(1 + \frac{\sqrt{2}}{4}\right)$$

2) "го перемещение"

"посл перемещение"  
до момента, когда  
шарик находит  
место



$$\text{из симметрии } V_1 = V_2 \\ V_3 = V_4$$

т.к. измущ симметрии из 4 шариков  
сталас 0, то по ЗСИ: обx y.

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!

$$mV_1 + mV_2 - mV_3 - mV_4 = 0$$

|||

$V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = V$  - скорость, которую  
нужно найти

$$W_1 = \left(2 \cdot \frac{4q^2}{B} + \frac{4q^2}{\sqrt{2}B}\right) \cdot 4 \cdot \frac{1}{2} =$$

$$= \frac{4\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}} \frac{4q^2}{B} - \text{поменявшаяся энергия  
системы зарядов  
внешне}$$

$$\begin{aligned} W_2 &= \left(\frac{4q^2}{B} + \frac{4q^2}{\sqrt{2}B} + \frac{4q^2}{3B}\right) \cdot 2 + \\ &+ \left(\frac{4q^2}{B} + \frac{4q^2}{\sqrt{2}B} + \frac{4q^2}{3B}\right) \cdot 2 \cdot \frac{1}{2} = \\ &= \frac{34q^2}{B} + \frac{4q^2}{\sqrt{2}B} + \frac{4q^2}{3B} = \frac{13}{3} \frac{4q^2}{B} - \end{aligned}$$

поменявшаяся энергия системы  
зарядов внешне

по ЗГЭ:  $W_1 = W_2 + 4 \cdot \frac{mV^2}{2}$

$$V = \frac{W_1 - W_2}{2m} = \frac{4q^2}{2mB} \left( \frac{4\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}} - \frac{13}{3} \right)$$

1)  $W_1 = \frac{4q^2}{B} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{4} \right)$

2)  $V = \frac{4q^2}{2mB} \left( \frac{4\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}} - \frac{13}{3} \right)$ .

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!

$$U_{12} = U_{12} + \Delta U_{12}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 600 \\ \hline 498600 \end{array}$$

$$Q_{12} = 2B \cdot 0.1 (T_2 - T_1) = 2B(4T_1 - T_1) = 6VB T_1$$

$$\Delta U_{12} = \frac{3}{2} VB (4T_1 - T_1) = 4.5VB T_1$$

$$A_{12} = 1.5VB T_1 = \frac{3}{4} \cdot 0.31 \cdot 400^{200} = \\ = 4926 (\text{Дж})$$

$$Q_{23} = Q_{23} + \Delta U_{23}$$

$$\begin{array}{r} 831 \\ \times 8600 \\ \hline 498600 \end{array}$$

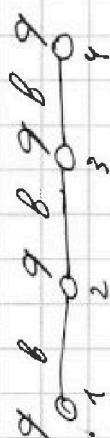
$$Q_{23} = 0.5B \cdot 0.1 (4T_1 - 2^{15}T_1) < 0$$

$$Q_{31} = 0.5VB (2^{15}T_1 - T_1) < 0$$

$$\gamma = \frac{Q_{12} - 1(Q_{23} + \Delta U_{31})}{Q_{12}} =$$

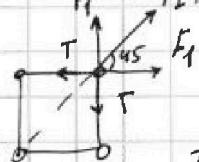
$$= \frac{64VB T_1 - 0.5VB (4T_1 - 2^{15}T_1) - 0.25VB (2^{15}T_1 - T_1)}{64VB T_1}$$

$$= \frac{6 - \frac{1}{2} \cdot 0.2 + \frac{1}{2} \cdot 0.2^{15} - \frac{5}{2} \cdot 2^{15} + \frac{5}{2}}{6}$$



$$6 - \frac{1}{2} \cdot 0.2 + \frac{1}{2} \cdot 0.2^{15} - \frac{5}{2} \cdot 2^{15} + \frac{5}{2} = \frac{75 - 4\sqrt{2}}{6} =$$

$$= \frac{75 - 5.6}{6} = 1 - \frac{96}{75} \approx 0.3$$



$$\begin{array}{r} 560 \\ - 525 \\ \hline 350 \end{array} \begin{array}{r} 75 \\ 74 \\ \hline 4 \end{array} \begin{array}{r} 4 \\ 4 \\ \hline 4 \end{array}$$

$$F_1 = \frac{4q^2}{82} \quad F_2 = \frac{5q^2}{26}$$

$$T = F_1 + F_2 \cos 45^\circ = \frac{4q^2}{8} + \frac{\sqrt{2} \cdot 5q^2}{48}$$



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!

Число 1-1 - число с пятизначн. задн.

задн. от V

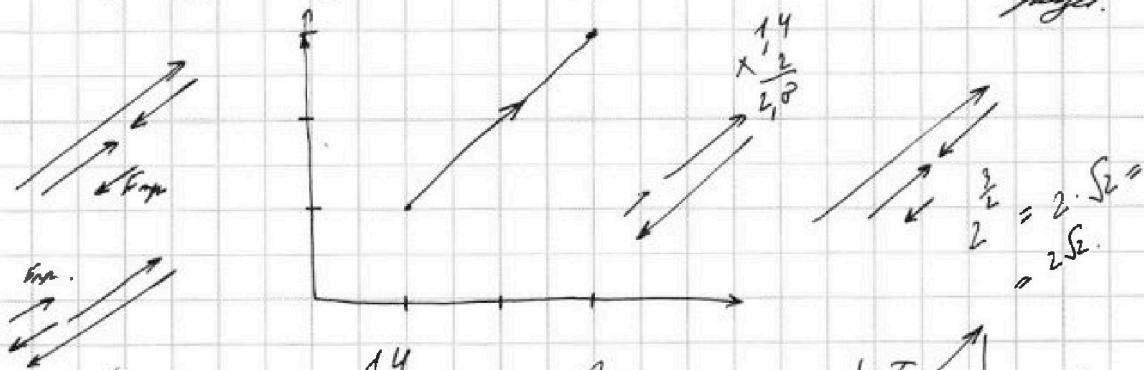
$$P_1 V_1 = DBT_1$$

$$P_2 V_2 = DB \cdot 4T_1$$

$$\cdot P_2 V_2 = 4 P_1 V_1 \Rightarrow \text{задн. в 4 раза} \text{ задн.}$$

$$\frac{3}{5} + \frac{1}{3} = \frac{9+5}{15} \times \frac{14}{4} = \frac{56}{15}$$

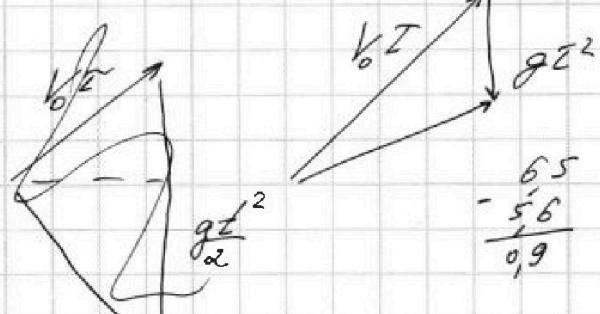
$$\frac{14}{15}$$



$$B = \times \frac{14}{56}$$

$$l = \frac{V \cdot V \cdot \sin \alpha}{g}$$

$$l = \frac{V_0}{V_0}$$



$$\frac{m V^2}{r} = \frac{m V_0^2}{R} + m g l \sin \alpha$$

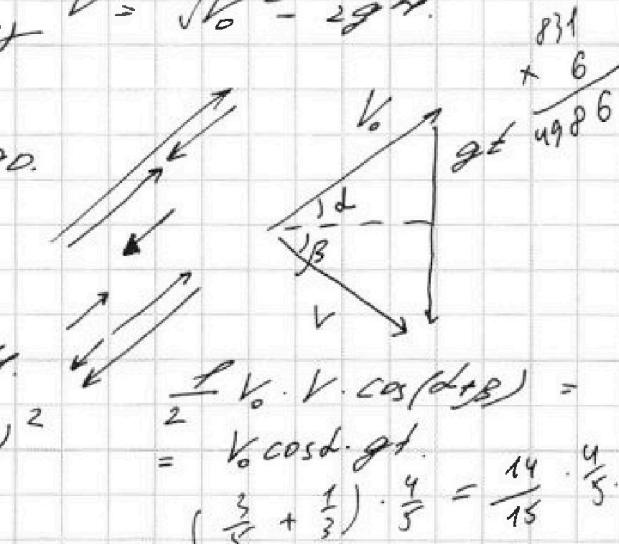
$$l = \frac{V_0 \cdot \sqrt{V_0^2 - 2 g R}}{\sin \alpha} \quad V_0 = \sqrt{V_0^2 - 2 g R}$$

$$H_{\max} \Rightarrow \sin \alpha = 90^\circ$$

$$l = \frac{V_0 \sqrt{V_0^2 - 2 g R}}{g}$$

$$\left(\frac{V_0}{V_0}\right)^2 = \frac{V_0^2 - 2 g R}{V_0^2}$$

$$H = \frac{V_0^2 - \left(\frac{V_0}{V_0}\right)^2}{2 g}$$



$$\frac{1}{2} V_0 \cdot V \cdot \cos(\alpha + \beta) =$$

$$= V_0 \cos \alpha \cdot g t$$

$$\left(\frac{3}{5} + \frac{1}{3}\right) \cdot \frac{4}{3} = \frac{14}{15} \cdot \frac{4}{3}$$

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!

перейти в С.О. трансформера.

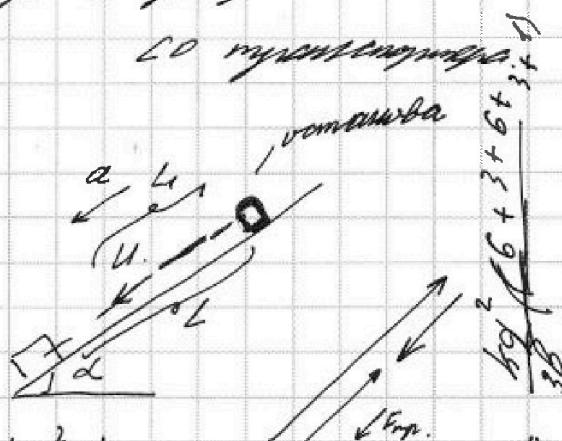
тест достоверен.

занес синхрон  $U = 24V$ ,  
нагр ост. в С.О. при

$$\vec{v}_{abc} = \vec{v}_{syn} + \vec{v}_{rep}$$

$$v_{syn} = v_{abc} - v_{rep}$$

$$\begin{aligned} \angle &= \frac{V^2}{2a_1} = \\ &= \frac{4^2}{\frac{4}{1} \cdot 10} = \underline{\underline{0.2}} \text{ rad} \end{aligned}$$



тест

$$\angle_1 = \frac{U^2}{2a_1} = \frac{4^2}{\frac{4}{1} \cdot 6_3} = \frac{1}{3} \text{ rad}$$

$$\angle - \angle_1 = \frac{2}{10} - \frac{1}{3} = \frac{6-10}{30}$$

$$\begin{aligned} \angle_2 &= \frac{V_0^2 - U^2}{2a_2} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = \\ &= \frac{12}{20} = 0.6 \end{aligned}$$

$$\theta \angle_2 = \frac{U^2}{2a_2} = \frac{4}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3}.$$

$$\begin{aligned} H &= \left( \frac{3}{5} + \frac{1}{3} \right) \cdot \sin \alpha = \frac{9+5}{15} \cdot \frac{4}{5} = \frac{14 \cdot 4}{5 \cdot 15} = \frac{56}{65} \\ &= \frac{14 \cdot 4}{5 \cdot 15} = \frac{56}{65} \end{aligned}$$

$$\frac{V_1}{2} = \frac{V_3}{2}$$

$$V_3 = 2^{15} V_1$$

$$\rho V_1 = \sqrt{3} T_1$$

$$\rho \cdot V_3 = \sqrt{3} \cdot 2^{15} T_1$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



- 1    2    3    4    5    6    7

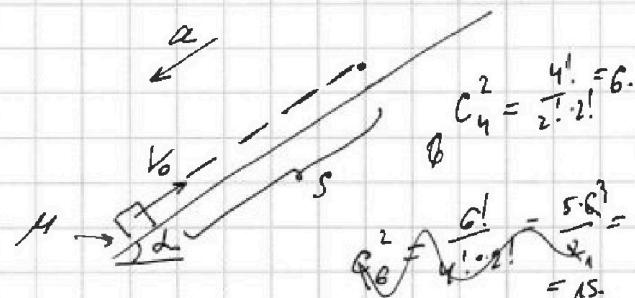
МФТИ

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

$$S = \sqrt{v_0} \cdot T - \cancel{\frac{1}{2} a t^2}$$

$$\left( \frac{kq^2}{B} + \frac{kq^2}{8} + \frac{kq^2}{\sqrt{B}} \right) \cdot \frac{1}{2} t^2 = \frac{2\sqrt{2} + 1}{\sqrt{2}}$$

$$f_{\text{тр}} + mg \sin \alpha = ma$$



$$\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = a$$

$$\mu g \cos \alpha + g \sin \alpha = a$$

$$a = \frac{L}{T} \cdot 10 \cdot \frac{\frac{8}{5}}{5} + \frac{10 \cdot 2}{10} = \\ = 2 + 2 = \boxed{10 \text{ м/с}^2}$$

$$S = \sqrt{v_0} T - \frac{a T^2}{2}$$

$$\frac{a}{2} \cdot T^2 - \sqrt{v_0} T + S = 0$$

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

$$\begin{array}{ll} 1-2 & \frac{kq^2}{B} \\ 1-3 & \frac{kq^2}{B} \\ 1-4 & \frac{kq^2}{\sqrt{B}} \end{array} \quad \begin{array}{ll} 2-3 & \frac{kq^2}{\sqrt{B}} \\ 2-4 & \frac{kq^2}{B} \\ 1-4 & W = \frac{q}{g} \end{array}$$

$D = 16 - 4 \cdot 5 < 0$ , след. машина останавливается.

В начальном положении вредные и полезные физ. силы.

$$\frac{v_0^2}{2a} = \frac{16}{2 \cdot 10} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ м.} \quad W = \sum q_i \dot{y}_i$$

$$f_r = \frac{v_0}{2} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ м.}$$



$$a_\alpha = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha =$$

$$= 10 \cdot \frac{2}{10} - \mu \cdot 10 \cdot \frac{8}{5} = 2 - 2 = \boxed{0 \text{ м/с}^2}$$

$$W_{\text{тр}} = Q_2 = \frac{6 \cdot f_r^2}{a}, \quad f_r = \sqrt{\frac{99}{8}} = \dots$$

$$W_1 = \frac{kq^2}{B} \cdot 4 + \frac{kq^2}{\sqrt{B}} \cdot 2 =$$

$$= \frac{\sqrt{2} + 2}{\sqrt{2}} \frac{kq^2}{B}$$

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!

$$\frac{20 \sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{5}{1 - \sin^2 \alpha} = H_{\max} \left( \frac{kg^2}{B} + \frac{kg^2}{2B} + \frac{kg^2}{3B} \right) \cdot 2 !$$

$$\cancel{\frac{20 \cdot \sin \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} (1 - \sin^2 \alpha) - 5} / \cancel{1 - \sin^2 \alpha} = \cancel{\frac{20 \sin \alpha}{1 - \sin^2 \alpha} - 20 \sin \alpha \cdot 3 \cdot \frac{5}{B}}$$

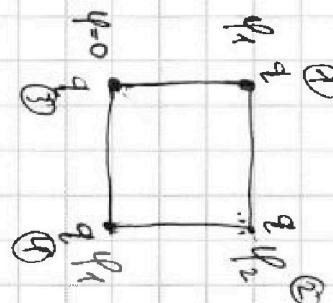
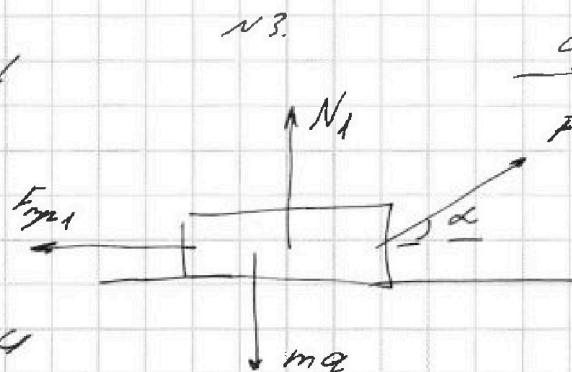
$$20 \sin \alpha \cdot \frac{5}{\cos \alpha} - \frac{5}{2} \cdot \frac{5}{\sqrt{2} \cdot \cos^2 \alpha} = H_{\max}$$

$$5 \cdot \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - \frac{5}{\cos^2 \alpha} = H_{\max} \quad \left[ 4 \cdot \frac{mV^2}{2a} + \frac{13 kg^2}{3} = \frac{4 \sqrt{2} + 2 kg^2}{3B} \right]$$

$V_0$ ,  $\alpha = \text{const}$

$d$

1)



no 234

$$mg = N_1 + F \sin \alpha$$

$$\frac{g + 3 + 1}{3} \frac{kg^2}{B} = \frac{13}{3} \frac{kg^2}{B}$$

$$F \cos \alpha - \mu N_1 = ma$$

$$2) \quad mg = N_2$$

$$F - \mu N_2 = ma$$

$$(F - \mu mg = ma) \quad W_2 = \frac{3kg^2}{8} + 2 \cdot \frac{kg^2}{2B} + \frac{kg^2}{3B}$$

Fr-wrong

$$F - \mu mg - F \cos \alpha + F \sin \alpha - \mu F \sin \alpha = 0$$

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

$$1-2 \quad \frac{kg^2}{B} \quad 1-4 \quad \frac{kg^2}{3B} \quad 2-3 \quad \frac{kg^2}{8} \quad 2-4 \quad \frac{kg^2}{2B}$$

$$1-3 \quad \frac{kg^2}{2B}$$

$$3-4 \quad \frac{kg^2}{8}$$

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!

№1.

10.23.  
14.23

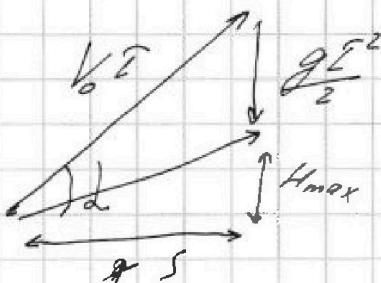
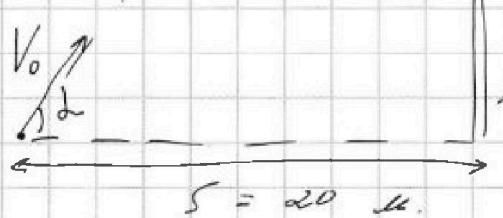
$$1) V_0 = gT = 10 \cdot 2 = 20 \text{ м/с}$$

$$2) \left( \left( \frac{kq^2}{B} + \frac{kq^2}{2B} + \frac{kq^2}{3B} \right) \cdot 2 + \left( \frac{kq^2}{B} + \frac{kq^2}{2B} + \frac{kq^2}{3B} \right) \cdot 2 \right) - \cancel{\frac{V_0}{2}} = \cancel{-} - \cancel{-} - \cancel{-} - \cancel{-} - \cancel{-} - \cancel{-}$$

$$= \frac{3kq^2}{2}$$

max. height of fall  
on h.

услов. 1-1 - свободный  
 $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$   
 $P_3 \cdot V_3 = P_4 \cdot V_4$   
 $P_1 = P_3 \Rightarrow V_3 = 2 \cdot V_1$



$$V_0 \cos \alpha \cdot T = s, \quad T = \frac{s}{V_0 \cos \alpha}$$

$$V_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} = H_{\max}$$

$$\frac{V_0 \sin \alpha \cdot s}{\cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{s^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} = H_{\max}$$

$$\frac{s \sin \alpha - \frac{gs^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = H_{\max}$$

$$\frac{20 \cdot \sin \alpha - \frac{10 \cdot 20 \cdot 20}{2 \cdot 20 \cdot 20 \cdot \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = H_{\max}$$

$$\frac{20 \sin \alpha - \frac{s}{\cos^2 \alpha}}{\cos \alpha} = H_{\max} \Rightarrow$$

услов. 1-2 - упругое соприкосновение с землей.  $\Rightarrow$   
 $P_2 \cdot V_2 = P_3 \cdot V_3 \Rightarrow P_2 V_2 = m v_3 \Rightarrow$   
 $P_2 V_2 = 2 P_3 V_3 \Rightarrow P_2 = 2 P_3 \Rightarrow$   
 $\frac{P_2}{P_3} = 2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_3} = 2 \Rightarrow V_3 = V_2 / 2$

$$\frac{P_2}{P_3} = 2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_3} = 2 \Rightarrow V_3 = V_2 / 2$$

$$V_3 = 2 V_2$$

1

T

T

1