



**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**  
**Вариант 10-02**



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

1. Футболист наносит удар по мячу, лежащему на горизонтальной площадке. Вектор начальной скорости мяча образует угол  $\alpha = 45^\circ$  с горизонтальной плоскостью. Горизонтальное перемещение мяча за время полета  $L = 20$  м.

1) Найдите начальную скорость  $V_0$  мяча.  $105\%$

Если футболист направляет мяч под различными углами к горизонту, из той же точки с начальной скоростью  $V_0$  к высокой вертикальной стенке, то наибольшая высота, на которой происходит соударение мяча со стенкой, равна  $H = 3,6$  м.

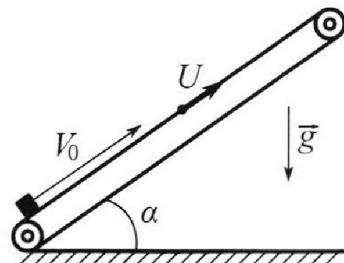
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?  $164\%$

Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  такой, что  $\sin \alpha = 0,6$  (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покояющуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость  $V_0 = 6 \text{ м/с}$ . Коэффициент трения скольжения коробки по ленте  $\mu = 0,5$ .

Движение коробки прямолинейное.



1) Какой путь  $S$  пройдет коробка в первом опыте к моменту времени  $T = 1 \text{ с}$ ?

Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 1 \text{ м/с}$ , и сообщают коробке скорость  $V_0 = 6 \text{ м/с}$  (см. рис.).  $164\%$

2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна

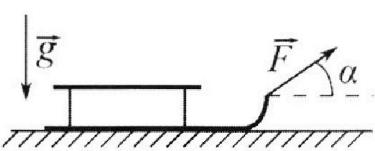
$$U = 1 \text{ м/с?} \quad 650, 1, 5 \text{ с}$$

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10 \text{ м/с}^2$ . Все кинематические величины измерены в лабораторной системе отсчета.  $164\%$

3. Санки дважды разгоняют из состояния покоя до одной и той же кинетической энергии  $K$  на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии  $K$  действие внешней силы прекращается.



1) Найдите коэффициент  $\mu$  трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.  $164\%$

2) Найдите перемещение  $S$  санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения  $g$ .

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



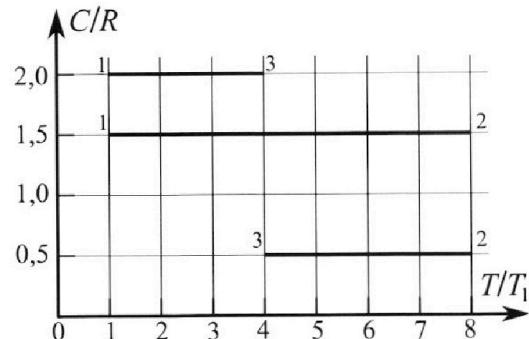
**Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023**

**Вариант 10-02**



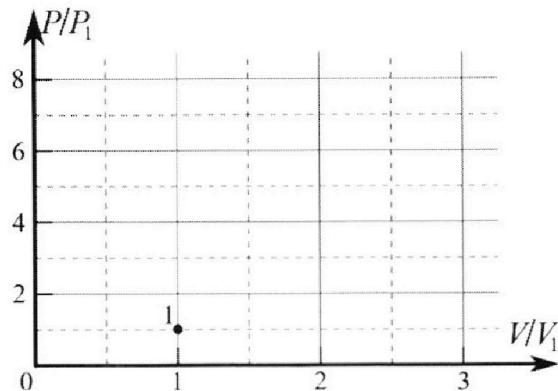
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

- 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) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1(см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна  $T_1 = 200$  К, универсальная газовая постоянная  $R = 8,31$  Дж/(моль·К).



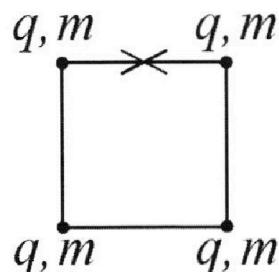
- 1) Найдите работу  $A_{31}$  внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД  $\eta$  цикла.

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  $a$  (см. рис.). Сила натяжения каждой нити  $T$ .

- 1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию  $K$  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)? Электрическая постоянная  $\epsilon_0$ . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.





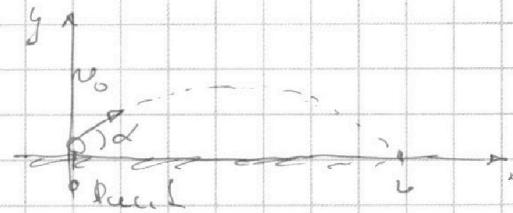
- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

1) На рисунке 1 представлена траектория движения мяча.

По 2-му 2-му вопросу.



ОУ:  $-y \cdot g = v_{y0} - \rightarrow a_y = -g$ . То есть имеем движение под ускорением  $g$ , направленным вниз.

$$\text{ОУ: } v_{0y} \sin \alpha = g t \quad \rightarrow t = \frac{v_{0y} \sin \alpha}{g}, \text{ где } t - \text{ время полёта.}$$

$$\text{OK: } s = v_0 \cos \alpha \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot \frac{v_{0y} \sin \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$v_0 = \sqrt{\frac{4g s}{v_0 \sin 2\alpha}} = \sqrt{\frac{20 \cdot 60 \cdot 60}{v_0 \sin(2 \cdot 45^\circ)}} = \sqrt{2000} \text{ м/с} = 10\sqrt{2} \text{ м/с}.$$

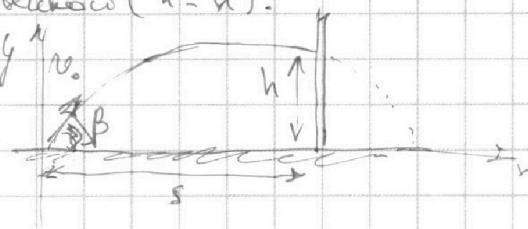
2) Н - вопрос содержит соображения со временем ( $t \leq H$ ).

ОУ: ( $t$  - время горизонтального

ко времени)

$$s = v_0 \cos \beta \cdot t \rightarrow t = \frac{s}{v_0 \cos \beta}$$

$$\text{ОУ: } h = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$



$$h = v_0 \sin \beta \cdot \frac{s}{v_0 \cos \beta} - \frac{g \cdot \frac{s^2}{v_0^2 \cos^2 \beta}}{2}$$

$$h = s \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{gs^2}{2v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$h = s \cdot \operatorname{tg} \beta - \frac{gs^2}{2v_0^2} - \frac{g s^2}{2v_0^2} \cdot \operatorname{tg}^2 \beta$$

~~Изменение~~ Расположение спортивной линии  $h = H$ .

$$\frac{gs^2}{2v_0^2} - g \operatorname{tg} \beta \cdot s + H + \frac{gs^2}{2v_0^2} = 0.$$

Так как наше выражение неизвестно, значение  $H$ ,  $\operatorname{tg} \beta = 0$  (относительно  $\operatorname{tg} \beta$ )

$$0 = s^2 - \frac{4(H + \frac{gs^2}{2v_0^2})gs^2}{2v_0^2} = 0$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ

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

$$s^2 - 4 \left( h + \frac{1}{2} s^2 \right) \frac{gs^2}{v_0^2} = 0$$

$$s^2 - \frac{4hgs^2}{v_0^2} - \frac{4g^2 s^4}{v_0^4} = 0 \quad \cancel{+20}$$

$$s^2 - \frac{2hgs^2}{v_0^2} - \frac{g^2 s^4}{v_0^4} = 0 \quad | : s^2$$

~~значит в конце аварийного снижения отсутствует  $s^2$ .~~

$$\cancel{\frac{g^2 \cdot g^2}{v_0^4}} \quad s - \frac{2hgs}{v_0^2} - \frac{g^2 s^2}{v_0^4} = 0$$

$$s^2 = \left( s - \frac{2hgs}{v_0^2} \right) \cdot \frac{v_0^2}{g^2} = \frac{v_0^2}{g^2} - \frac{2hgs^2}{g^2}$$

$$s = \sqrt{\frac{v_0^2}{g^2} - \frac{2hgs^2}{g^2}} = \sqrt{\frac{(1052 \text{ м})^2}{(80 \text{ м/с})^2} - \frac{2 \cdot 3,6 \text{ м} \cdot (1052 \text{ м})^2}{80 \text{ м}^2}} =$$

$$= \sqrt{\frac{40000}{100} - \frac{2 \cdot 3,6 \cdot 200}{10} \text{ м}} = \sqrt{400 - 144} \text{ м} = 16 \text{ м.}$$

Ответ: 1) 1052 м; 2) 16 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!

1) Равногоручий первый случай (рис.1).

Второй закон Ньютона:  
 $\vec{N} + \vec{F_{\text{тр}}} + \vec{mg} = m\vec{a}$ .

$$\text{OK: } N - mg \cdot \cos \alpha = 0 \\ N = mg \cos \alpha$$

Во вспомогательном движении  $F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$

$$\text{OK: } -F_{\text{тр}} - mg \cdot \sin \alpha = -ma,$$

$$\cancel{\text{OK: }} \mu mg \cos \alpha + mg \cdot \sin \alpha = ma,$$

$$a_x = g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha) = 10\% \cdot (0,5 \cdot 0,2 + 0,6) = 10\%$$

Когда движение останавливается, то начнет движение вниз:

$$\text{OK: } N_0 - a_x t_{\text{stop}} = 0$$

$$t_{\text{stop}} = \frac{N_0}{a_x} = \frac{N_0}{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

$$t_{\text{stop}} = \frac{6 \text{ кг}}{10\% \cdot (0,5 \cdot 0,2 + 0,6)} = \frac{6 \text{ кг}}{10\% \cdot 1} = 0,6 \text{ с}$$

$$\cos \alpha = \sqrt{0,25 - \sin^2 \alpha} \\ = \sqrt{0,25 - 0,6^2} = 0,2$$

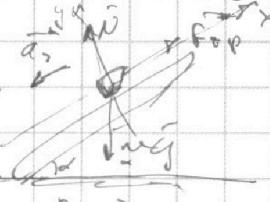
$t_{\text{stop}} < T \Rightarrow$  останавливается, это значит движение вниз.

Тогда  $S = S_0 + s \rightarrow$  где  $S_0$  - высота до остановки.

$s_0$  - высота по пути остановки

при скольжении вниз (рис. 2),

(приподнявшись, это надо ненадолго вниз).



Второй з-случай Ньютона:

$$\vec{N} + \vec{mg} + \vec{F_{\text{тр}}} = m\vec{a}$$

$$\text{OK: } N = mg \cos \alpha, \text{ во вспомогательном движении } F_{\text{тр}} = \mu N = \mu mg \cos \alpha$$

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!

$$6X: F_{\text{op}} - \mu g \cos \alpha = -m \omega_2$$

$$\mu g \cos^2 \alpha - \mu g \sin \alpha = -m \omega_2$$

$$\omega_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,6 - 0,5 \cdot 0,8) = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} > 0 = s$$

наше предположение  
верно и это физически  
безопасно

$$\text{OK: } S_2 = \frac{\omega_2 (T - t_{\text{окн}})^2}{2} = \frac{1}{2} (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) (T - t_{\text{окн}})^2$$

При этом  $t_{\text{окн}} = 0$  для физически безопасного

$$S_1 = \frac{\omega_1^2 (T - t_{\text{окн}})^2}{2} = \frac{10^2}{2} = \frac{10^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}$$

$$S = S_1 + S_2 = \frac{10^2}{2g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)} + \frac{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)(T - t_{\text{окн}})^2}{2}$$

$$S = \frac{36 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,5 \cdot 0,8 + 0,6)} + \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (0,6 - 0,5 \cdot 0,8) (T - 0,6)^2}{2} =$$

$$S = 1,6 \text{ м} + 0,1 \text{ м} = 1,76 \text{ м}.$$

3)) рассмотрим второй этап.

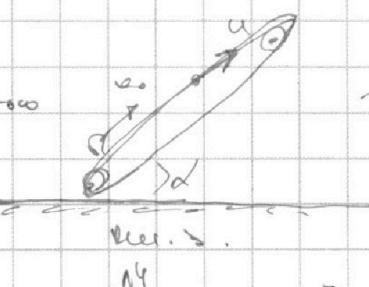
Переходим в CO, движущуюся со скоростью

и сверх неё уменьш.  $\alpha$  в горизонт. (CO

перевинется назад транспортер) (рис. 4)

Тогда наше уравн. становится дополнит. и первое.  $v_0 = v_0 - u$ .

Скорость корабля  $v = 5 \frac{\text{м}}{\text{s}}$  ~~остановился~~ (рис. 4).



В нашем CO и в проекции на ось x это соответствует  
скоростям  $v_x = v - u = 0 \frac{\text{м}}{\text{s}}$  и  $v_{x'} = v - u = -2 \frac{\text{м}}{\text{s}}$ .

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!

Задача №1

OK:  $m - \text{неравн}$   $\Rightarrow 0$

OK:  $-F_{\text{тр}} = m \cdot a \Rightarrow -m \cdot g \sin \alpha = -m \cdot a$

OK:  $m \cdot g \cos \alpha + m \cdot g \sin \alpha = m \cdot a$   
 $a_1' = g(\cos \alpha + \sin \alpha) = 10 \frac{\text{м/с}^2}{} \cdot (0,866 + 0,5) \approx 10 \frac{\text{м/с}^2}{}, \approx 10 \frac{\text{м/с}^2}{}$

OK: ~~OK~~  $V_0 = \sqrt{a_1' t_{1,2}} = \sqrt{(V_0 - U) - a_1' t_{1,2}} = V_{1,x}$

$$T_{1,2} = \frac{V_0 - V_{1,x}}{a_1'} = \frac{(V_0 - U) - V_{1,x}}{10 \frac{\text{м/с}^2}{}} = 0,5 \text{ с.}$$

По мере наклона временные интервалы остаются

Фактически надо будет учитывать подъем и спуск по склону с ускорением  $a_2$ .

OK:  $-a_2 \cdot (T_{1,2} - T_{1,1}) = V_{2,x}$

$$T_{1,2} = \frac{V_{2,x}}{-a_2} + T_{1,1} = \frac{-20 \frac{\text{м/с}}{}}{-2 \frac{\text{м/с}^2}{}} + 0,5 \text{ с} = 1,5 \text{ с.}$$

Если в ACO спуск по склону -  $m \cdot a_2$ , то в конец CO:

$V_2 = -U$   $\Rightarrow$  по мере спуска массы обгоняют.

Также  $S_1 = S_1' + S_2'$ . Здесь  $S_1'$  - расстояние до места сходства,

$S_2' = \frac{(V_0 - U)^2}{2a_1}$   $S_1' = \frac{U^2}{2a_2}$   $S_2' -$  расстояние от места сходства до места остановки массы.

$$L = S_1' + S_2' = \frac{(V_0 - U)^2}{2a_1} + \frac{U^2}{2a_2} = \frac{(6 \frac{\text{м/с}}{} - 1 \frac{\text{м/с}}{})^2}{2 \cdot 10 \frac{\text{м/с}^2}{}} + \frac{(1 \frac{\text{м/с}}{})^2}{2 \cdot 2 \frac{\text{м/с}^2}{}} = 3,25 \text{ м} - 0,25 \text{ м} = 3 \text{ м}$$

Осталось  $S_1' = 3,25 \text{ м}$ , т.к.  $T_1 = 0,5 \text{ с}$  т.к.  $L = 3 \text{ м}$ .

$$T_1 = 1,5 \text{ с}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

**МФТИ.**

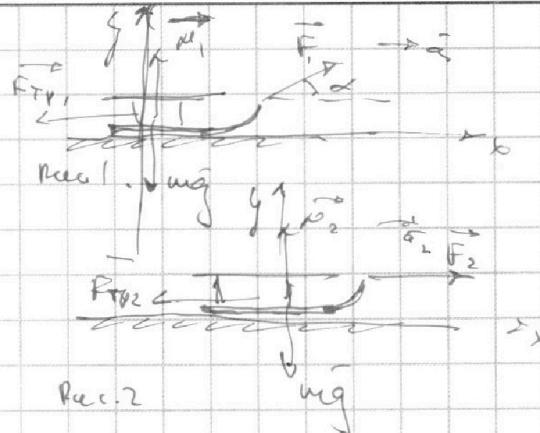
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Задачка 3-й з-и Ибрагимова  
6 первое сопротивление (рис. 1)

$$\vec{F}_1 + \vec{N}_1 + \vec{mg} + \vec{F}_{\text{тр},1} = m\vec{a}_1,$$

Во втором сопротивлении (рис. 2)

$$\vec{F}_2 + \vec{N}_2 + \vec{mg} + \vec{F}_{\text{тр},2} = m\vec{a}_2 \quad \text{Рис. 2}$$



Дан 1-ое сопротивл:

$$OY: N_1 + F \cdot \sin \alpha = mg = 0$$

$$N_1 = mg - F \sin \alpha.$$

В следствии  $F_{\text{тр},1} = \mu N_1 = \mu(mg - F \sin \alpha).$

$A_{\text{тр},1}$  - радиус сопротивления. Далее L - длина подъемника.  
Во время разгона (по условию  
 $A_{\text{тр},1} = -\mu(mg - F \sin \alpha) / L$  однозначно).

Задачка Задача сопр. звирки:

$$F \cdot \cos \alpha \cdot L = \mu(mg - F \sin \alpha) L = K \quad (1)$$

Дан 2-ое сопротивл:

$$OY: N_2 - mg = 0 \Rightarrow N_2 = mg$$

$$\text{Во время звирки} \quad F_{\text{тр},2} = \mu N_2 = \mu mg.$$

$$A_{\text{тр},2} = -\mu mg / L.$$

Задача:

$$F \cdot L - \mu mg L = K. \quad (2)$$

$$L \cdot (1): F \cdot L (\cos \alpha + \sin \alpha) - \mu mg L = K. \quad (1')$$

$$(2) - (1'): F \cdot L = F \cdot L (\cos \alpha + \sin \alpha) \Rightarrow \cos \alpha + \sin \alpha = 1.$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

МФТИ.

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

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

Дано ограничение:

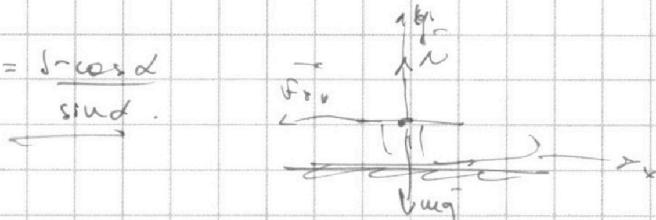
Задача ограничения закрыта:

$$K - \mu mg = 0,$$

( $-\mu mg$  - предел силы трения).

$$S = \frac{K}{\mu mg} = \frac{K}{(1 - \cos \alpha) mg}$$

Очевидно: 1)  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$ ; 2)  $S = \frac{K \cdot \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) mg}$ .



$$0Y: N - mg \sin \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \sin \alpha$$

$$F_r = \mu N = \mu mg \sin \alpha$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

$$U_3 \text{ градика: } C_{12} = 1,5 \cdot R = \frac{3}{2} R \quad T_1 = 200k \text{ (факт)}$$

$$C_{23} = 0,5 \cdot R = \frac{1}{2} R. \quad T_2 = 8T_1, \quad T_3 = 4T_1.$$

$$C_{13} = 2 \cdot R$$

$$C = \frac{4Q}{3T} \text{, где } T - \text{ темп. в балансире, } Q - \text{ теплота, переданная пару.}$$

$$Q = uV + A_{\text{внеш}}$$

Давление в балансире:

$$uV = \frac{3}{2} \cdot 0,5RT$$

$$C = \frac{Q}{3T} = \frac{\frac{3}{2} \cdot 0,5RT}{3T} + \frac{A_{\text{внеш}}}{3T} = \frac{\frac{3}{2} R}{2} + \frac{A_{\text{внеш}}}{3T}$$

При проекции 3-1:

$$C_{13} = \frac{3}{2} R + A_{\text{внеш 3}}$$

$$= 0 \cdot (T_1 - T_3) \quad (T_1 = 4T_1)$$

$$A_{\text{внеш 3}} = (C_{13} - \frac{3}{2} R) \cdot 0 \cdot (T_1 - T_3) = (\frac{3}{2} R - \frac{3}{2} R) \cdot 0 = 0$$

$$A_{\text{внеш 3}} = - \frac{6,31 \text{ ккал}}{\text{моль}} \cdot 5 \text{ моль} \cdot 3 \cdot 200k \approx - 6300 \text{ ккал} = - 24930 \text{ кДж}$$

При проекции 2-3:

$$C_{23} = \frac{3}{2} R + A_{\text{внеш 23}}$$

$$= 0 \cdot (T_2 - T_3)$$

$$A_{\text{внеш 23}} = (C_{23} - \frac{3}{2} R) \cdot 0 \cdot (T_2 - T_3) = (\frac{3}{2} R - \frac{3}{2} R) \cdot 0 = 0$$

При проекции 1-2 работать не требуется,  $(C_{12} = \frac{3}{2} R)$

~~Абсолютная = наименьшее значение давления баллонов подогрева~~  
~~на давление 12~~

$$Q = C_{12} \cdot 0 \cdot (T_2 - T_1) + C_{13} \cdot 0 \cdot (T_3 - T_2) + C_{23} \cdot 0 \cdot (T_1 - T_3) =$$

~~$$= \frac{3}{2} R \cdot 0 \cdot 8T_1 = \frac{3}{2} R \cdot 4T_1 = \frac{3}{2} R \cdot 8T_1 = \frac{3}{2} R \cdot 8k$$~~

$$Q = C_{12} \cdot 0 \cdot (T_2 - T_1) = \frac{3}{2} R \cdot 4T_1 = \frac{3}{2} R \cdot 8k$$

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!

$$y = \frac{A_{\text{внеш}}_{11} + A_{\text{внеш}}_{22} \cdot 100\%}{2} = \frac{0,7 \cdot \frac{3}{2} T_1 + 0,2 \cdot \frac{5}{2} T_1 \cdot 100\%}{2} = \frac{5}{21} \cdot 100\%.$$

3) Показатель разности температур не уменьшился  $T_2 - T_1 = 20^\circ \text{C}$ ,  $V_2 = V_1 = 0^\circ \text{C}$ .

$$P_1 V_{12} = J R T_1 \quad (1)$$

$$P_2 V_{12} = J R T_2 \quad (2)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \rightarrow P_2 = 4 P_1.$$

$$P_3 V_3 = J R T_3 \quad (3)$$

(3) : (1) :

$$\frac{P_3 V_3}{P_1 V_{12}} = \frac{T_3}{T_1} = 4$$

$$P_3 V_3 = 4 P_1 V_{12}$$

На графике:  $P_1 V_{12} = P_2 V_2$ ,

( $V_2$  - показатель разности температур до точки).

$$P_3 V_3 = 4 P_1 V_{12} = 4 P_1 V_2$$

$$P_3 = \frac{4 P_1 V_2}{V_3} \sim \text{на графике } P_3(V_3) \text{ - линия}$$

Площадь фигуры должна быть равна  $A_{\text{внеш}} = A_{\text{внеш}}_{11} + A_{\text{внеш}}_{22} =$

$$= \frac{5}{2} J R T_1 = \frac{5}{2} J R T_2.$$

Чтобы площадь фигуры из 2-го треугольника (где уменьшился

зубец) считать по трапеции (так):  $A_{\text{внеш}} = \frac{1}{2} P_1 (V_{12} - V_3)$

$$P_3 = \frac{4 P_1 V_2}{V_3} = 4 \cdot P_1 \cdot \frac{V_1}{2} = \frac{32}{8} P_1 = 6,4 P_1$$

Считывая горизонт по графике.

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!

$$\text{Начало: } \frac{P_1}{2} U_1 - \frac{P_2}{2} U_3 = \frac{5}{2} U_1$$

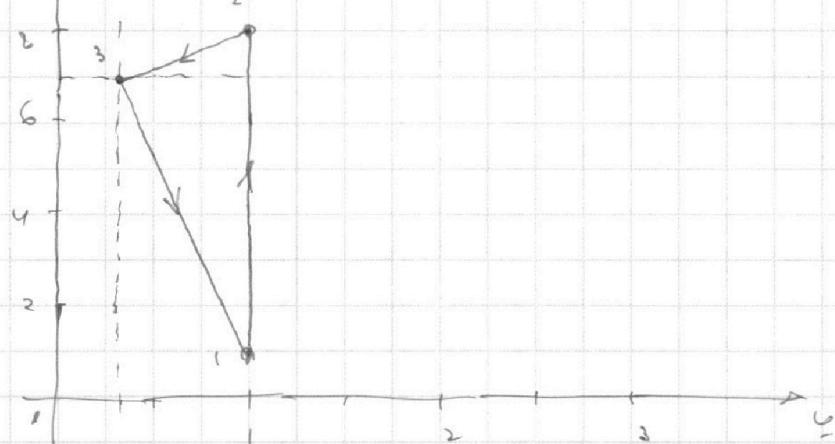
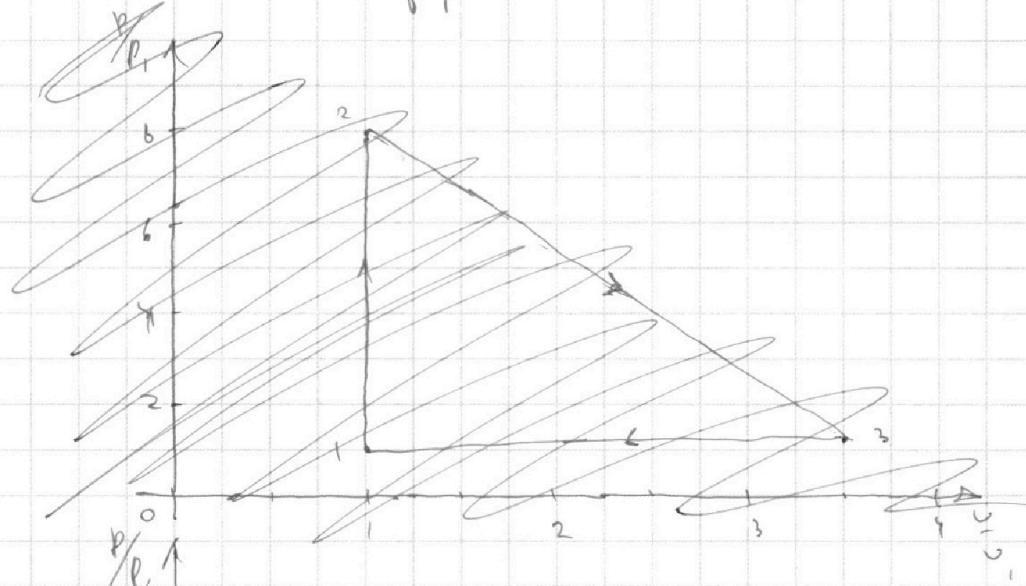
$$U_2 = U_1 + U_3$$

$$\frac{7}{2} U_3 = U_1 \Rightarrow U_3 = 0,29 U_1$$

$$P_2 = 4 P_1 U_3 = 4 P_1 \cdot \frac{8}{3} = \frac{32}{3} P_1$$

$$P_3 = 4 P_1 \cdot \frac{1}{2} = 2 P_1$$

Составим точки на графике.



Ответ: 1)  $A_{3,1} \approx -2493 \text{ м}^2$ ; 2)  $U \approx \frac{5}{2} \cdot 100\%$ ; 3) см. график.



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

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

1) Рассмотрим схему, приведенную на рис. 1. Так как плоскость вращения однозначна, все шарик а имеющий одинаковую массу.

Дано: масса каждого шарика  
равна  $m_0$ ,  $|q| = q$ .

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{a^2} \quad (F_1, F_2, F_3 -$$

силы, действующие

$$F_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{a^2} \quad \text{на шарик } a \text{ со стороны } a-20, \quad a-10$$

$$(F_1 = F_3)$$

$$F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{2a^2}$$

В выражении на все ок.

$$2T \cdot \cos 45^\circ - F_2 - 2F_1 \cdot \cos 45^\circ = 0$$

$$T\sqrt{2} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{2a^2} - \sqrt{2} \cdot \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q^2}{a^2} = 0$$

$$\sqrt{2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0 a^2} \left( \frac{1}{2} + \sqrt{2} \right)$$

$$|q| = \frac{T \cdot \sqrt{2} \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2}{\frac{1}{2} + \sqrt{2}} = \frac{8\sqrt{2} T \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2}{1+2\sqrt{2}} = \frac{32 - 8\sqrt{2} \cdot T \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2}{\sqrt{2}}$$

2) Доказательство неравенства ~~если~~ вспомогательная сила не действует не

действует, чисто чисто действует на схеме.

Доказательством синтетическим, его центр  
шарика находится в центре квадрата.  
При этом лишил, образованной шариками  
голова синтетическая  $\Rightarrow$  её центр также лежит  
посередине

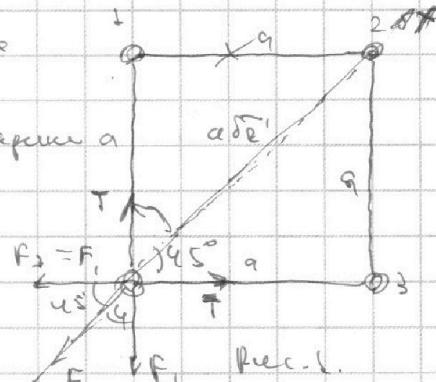
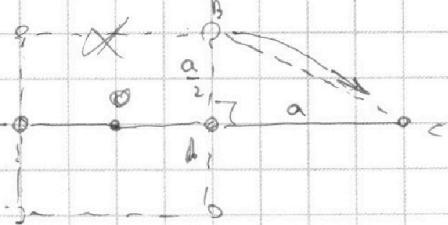


Рис. 1.



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

1) Нарисуй изображение треугольника ABC:

$$d = BC = \sqrt{a^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \sqrt{a^2 + \frac{a^2}{4}} = a\sqrt{\frac{5}{4}} = a\frac{\sqrt{5}}{2}$$

2). Найдем  $K$  для шарика.

Запишем закон сохранения энергии:

$$\frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a\sqrt{2}} + \frac{kq^2}{a} = k + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} \quad (k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0})$$

$$K = \frac{kq^2}{2a} + \frac{kq^2}{3a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a\sqrt{2}} = \frac{kq^2}{a} \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{3} - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$K = \frac{kq^2}{a} \left( \frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|^2}{a} \left( \frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$$

$$08\text{lev}: 1) |q| = \frac{T \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2 \cdot 32 - 8\delta_2}{7}$$

$$2) K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q|^2}{a} \left( \frac{1}{6} + \frac{1}{\sqrt{2}} \right), \text{ где } |q| = \frac{32 - 8\delta_2}{7} \cdot T \cdot 4\pi\epsilon_0 a^2.$$

$$3) d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$



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

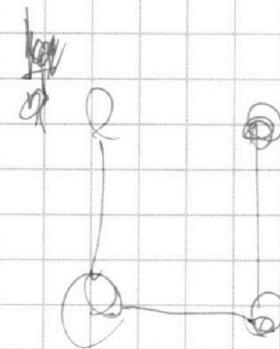
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

**МФТИ.**

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

Задача №1



На одной странице можно оформлять **ТОЛЬКО ОДИНУ** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

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

**МФТИ.**

Типа Черно белое.

$$\frac{6\delta_1}{1+2\delta_2} \cdot \frac{(1-2\delta_2)}{|(1-2\delta_2)|} = \frac{6\delta_1 - 2\delta_2 \cdot 6\delta_2}{|1-2\delta_2|} = \frac{32-6\delta_2}{7}$$

$$\begin{array}{r} 6 \\ 3.2 \\ 20 \\ \hline 144,0 \\ 256 \end{array}$$

$$\frac{6\delta_1}{1+2\delta_2} - \frac{1-2\delta_2}{1-2\delta_2} = \frac{6\delta_1 - 82}{-7} = \frac{32-6\delta_2}{7}$$

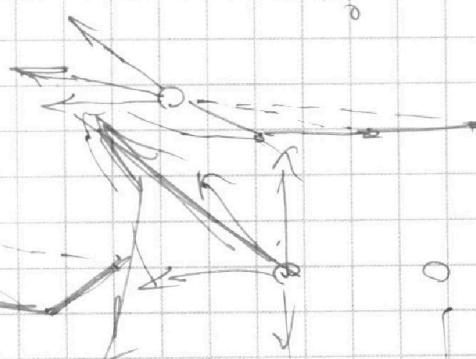
$$21-4-12 = 5$$

$$\begin{array}{r} 50 \\ 41 \\ \hline 9 \\ 20 \\ 18 \\ \hline 2 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 8 \\ 20 \\ 19 \\ \hline 60 \\ 55 \\ \hline 40 \\ 35 \\ \hline 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 36 \\ 240 \\ \hline 1,6 \text{ км} \end{array}$$

~~100~~  
~~200~~



~~100~~  
~~200~~

$$k + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{a} + \frac{kq^2}{2a} = kqa$$
$$k = \frac{kq^2}{a} \left( \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right)$$

