

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

**Вариант 10-01**

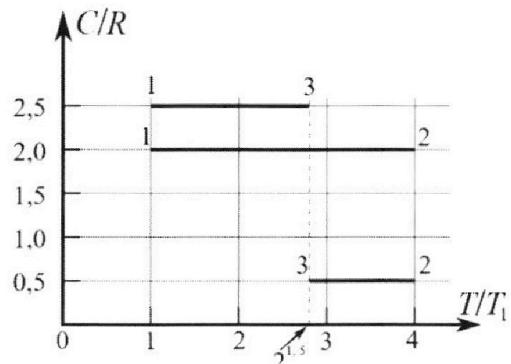
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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  $q$ .

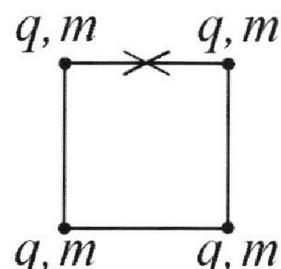
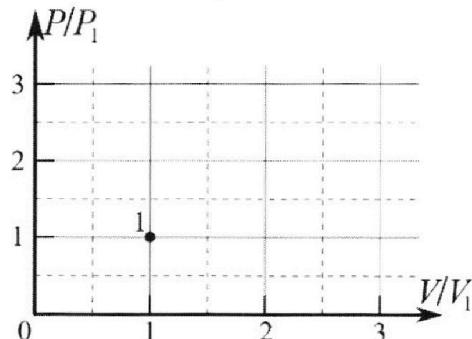
1) Найдите силу  $T$  натяжения нитей.

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



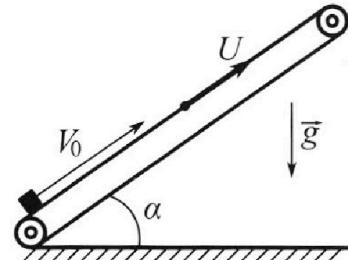
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.*

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 покояющуюся 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  $S = 1 \text{ м}$ ?

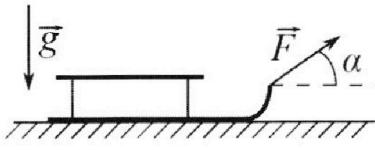
*Во втором опыте* коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2 \text{ м/с}$ , и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4 \text{ м/с}$ .

- 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.

*M - санок*

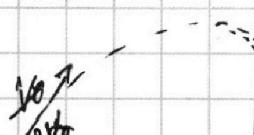


- |                                     |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------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

**МФТИ**

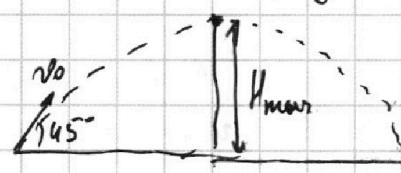
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\textcircled{1} \quad T = 2\text{c} \quad T = \frac{V_0}{g} \Rightarrow V_0 = gT = 2 \cdot 10 = \underline{\underline{20 \text{ m/s}}}$$

(2)   $H$  - высота, на которой ударяется о стенку

$$\text{Макс. } S_{\max} = \frac{V_0^2}{g} \cdot \sin(90^\circ) = 40 \text{ m} = \underline{\underline{25 \text{ m}}} \quad \text{По условию}$$

получается ситуация  
Придано начальная  
воздушной  $H$



$$H_{\max} \geq \frac{(V_0 \sin 45^\circ)^2}{2g} =$$

$$= \frac{400}{40} \geq 10 \text{ m}$$

$H_{\max} \geq 10 \text{ m}$

$$\text{Аналитически: } H(t) = (V_0 \sin \alpha)t - \frac{gt^2}{2}$$

$$L(t) = V_0 \cos \alpha t$$

$$V_0 \cos \alpha t = s \Rightarrow t = \frac{s}{V_0 \cos \alpha}$$

$$H(s) = s \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{gs^2}{2V_0^2} \cdot \frac{2s \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} = 0$$

$$\frac{s}{\cos^2 \alpha} = \frac{gs^2}{2V_0^2} \cdot \frac{2s \sin \alpha}{\cos^3 \alpha}$$

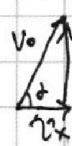
$$1 = \frac{gs}{2V_0^2} \cdot \frac{1}{\cos \alpha} \cdot \tan \alpha \quad \boxed{\tan \alpha = \frac{V_0^2}{gs} = \frac{400}{10 \cdot 20} = 2}$$

$$\tan^2 \alpha + 1 = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{gs^2}{2V_0^2} \cdot \frac{V_0^2}{gs} = \frac{s}{2}$$

$$H_{\max} = \frac{s \cdot V_0^2}{gs} - \frac{gs^2}{2V_0^2} \left( \frac{V_0^2}{gs} + 1 \right) = \frac{4V_0^2}{g} - \frac{s}{2} - \frac{gs^2}{2V_0^2} = \frac{400}{10} - \frac{20}{2} - \frac{10 \cdot 400}{2 \cdot 400} =$$

$$= 40 - 10 - 5 = 25 \text{ m}$$



$$V_x^2 = V_0^2 \quad V_x \cdot t = s$$

$$V_x = \frac{V_0}{\sqrt{5}} \quad t = \frac{s}{V_0}$$

$$H = (2V_x)t - \frac{gt^2}{2} = \frac{2V_0}{\sqrt{5}} \cdot \frac{s\sqrt{5}}{V_0} - g \cdot \frac{s^2}{V_0^2} = 2s - \frac{5}{2}g \frac{s^2}{V_0^2} =$$

$$= 40 - \frac{5}{2} \cdot 10 \cdot 1 = 15 \text{ m}$$

треугольник (короткий, если тангенс начального угла  $\tan \alpha = 2$ )

(получено из анализа Ф-ции р-ки)

Ответ: 1)  $20 \text{ m/s}$  2)  $15 \text{ m}$

Производная функции  $H(t)$  построена на черновике,  
на чистовике записывается уже готовая производная

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

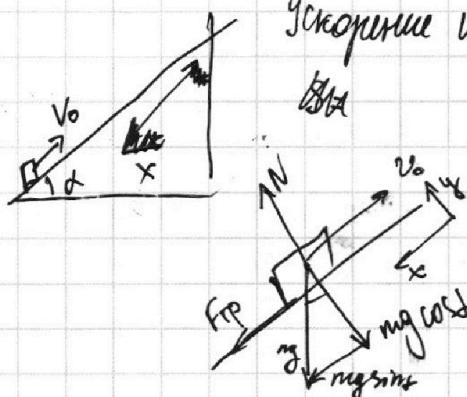
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,  
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\sin \alpha = 0,8 \quad \mu = \frac{1}{3} \quad V_0 = 4 \frac{m}{s} \quad \text{п? 1) } T - ? \quad (S=1m) \quad 2) L - ? \quad V = ? \frac{m}{s}$$

$$\Rightarrow L - ? \quad v_0 = 0$$

Слайд как вначале лента покится  $\Rightarrow$  можно рассчитать наклонную плоскость

Ускорение шайбы по оси ~~Х~~  $\Rightarrow$  ~~записать~~



$$F_f = \mu m g \cos \alpha \quad (\text{т.к. скользит})$$

$$N = m g \cos \alpha \quad (\text{противодействие весу} \Rightarrow m g \cos \alpha = m g \sin \alpha)$$

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

$$(1) S = V_0 T - a_x \frac{T^2}{2}$$

$$\sin \alpha = 0,8 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$$

Делим квадратное ур-е в числах

$$a_x \frac{T^2}{2} - V_0 T + S = 0$$

$$10 \cdot 0,8 + \frac{1}{3} \cdot 10 \cdot 0,6 = 8 + \frac{6}{3} = 10 \Rightarrow T^2 (5) - 4T + 1 = 0$$

$$\frac{\Delta}{4} = 4 - 5 < 0$$

т.е для того, чтобы пройти MTR, коробка должна достичь конечной точки и начать скользить вниз

$$S_{\max} = \frac{V_0^2}{2a_x} = \frac{16}{20} = 0,8 \text{ м} < 1 \text{ м} \quad (\text{нужно вверх вдоль плоскости})$$

$$S_f = S - S_{\max} = a_x' \cdot \frac{t^2}{2} \Rightarrow S_f = 1 - 0,8 = 0,2 \text{ м}$$

$$a_x' = g \sin \alpha - \mu g \cos \alpha = 6 \frac{m}{s^2} \quad (\text{м.к при исполнении выше гравитация нулевая})$$

$$a_x' \cdot \frac{t^2}{2} = S_f$$

$$t = \sqrt{\frac{2S_f}{a_x'}} = \sqrt{\frac{0,2 \cdot 2}{6}} = \sqrt{\frac{4}{60}} = \sqrt{\frac{1}{15}}$$

$$t_f = \frac{V_0}{a_x} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$T = t_f + t_f = \sqrt{\frac{2S_f}{a_x'}} + \frac{V_0}{a_x} = 0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}} \text{ с}$$

2) все начальные данные отсчет равнокриволинейного движения сфер перенесены в CO лаборатории



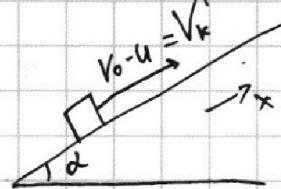
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

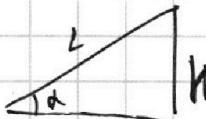


Тогда второй вопрос задачи будет звучать так:

когда  $V_k' + u = u$ , т.е когда  $V_k'' = 0$  - ?  
(на каком расстоянии)

(обратно в лабораторной ЗСЭ):

$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + mgh + \Delta p_i$ . Из CO транспортера (из рассуждений, находясь в CO транспортера следует, что сила трения направлена одинаково для всех моментов времени и постоянна по модулю)



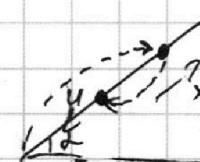
$$h = L \sin \alpha \quad \Delta p_i = (\mu mg \cos \alpha) \cdot L$$

$$\frac{mV_0^2}{2} = \frac{mu^2}{2} + \mu mg \cos \alpha L + mg L \sin \alpha$$

$$V_0^2 = u^2 + 2\mu g \cos \alpha L + 2g L \sin \alpha \Rightarrow L(2\mu g \cos \alpha + 2g \sin \alpha) = V_0^2 - u^2$$

$$L = \frac{V_0^2 - u^2}{2\mu g \cos \alpha + 2g \sin \alpha} = \frac{16 - 4}{20(\frac{1}{3} \cdot \frac{8}{5} + \frac{4}{5})} = \frac{12}{20} = \frac{3}{5} = 0,6 \text{ M}$$

3) Отвертка в CO лежит



(Чтобы доехало до вершины, останавливается, тут мы же сказали назад) (до момента остановки  $V_x = 0$   $V_x' = -u$ )

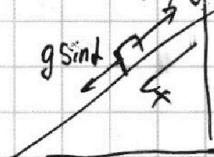
(скороство стала нулько - путь забыл L)

$$a_x t' = u \quad t' = \frac{u}{a_x}$$

$$\Delta x = \frac{a_x t'^2}{2} = a_x \cdot \frac{u^2}{2a_x} = \frac{u^2}{2a_x} = \frac{u^2}{2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)} =$$

$$= \frac{u^2}{2g(\frac{8}{5} - \frac{2}{5})} = \frac{u^2}{2 \cdot 6} = \frac{1}{3} \text{ M}$$

$$\frac{3}{3} = 0,1 \frac{2}{10}$$



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!

моё цель - записать в новой форме Задачу

$$\Delta T_P' = \Delta T_{P_1} + \Delta T_{P_2} = \mu mg \cos \alpha (L + \Delta x)$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \cancel{\frac{m \cdot v^2}{2}} + \Delta T_P' + mgh$$

$$\frac{mv_0^2}{2} = \mu g h + \mu mg \cos \alpha \left( \frac{v^2}{\cancel{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} + \frac{v^2 - v^2}{\cancel{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}} \right)$$

$$\frac{v_0^2}{2} = gH + \mu g \cos \alpha \left( 0,6 + \frac{1}{3} \right) \text{ м}$$

$$\frac{v_0^2}{2} = \frac{15}{120} = \frac{92}{15} \quad \frac{120-18}{10} + \frac{1}{3} = \frac{18}{30} + \frac{10}{30} = \frac{28}{30} = \frac{14}{15}$$

$$\frac{16}{2} = gH + \frac{1}{3}g \cdot \frac{3}{5} \cdot (0,6 + \frac{1}{3})$$

$$gH = 8 - \frac{2 \cdot 14}{15}$$

$$\mu = \frac{1}{g} \left( \frac{v_0^2}{2} - \mu g \cos \alpha \left( \frac{v^2}{\cancel{g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)}} + \frac{v^2 - v^2}{\cancel{g(\mu \cos \alpha + \sin \alpha)}} \right) \right) = \frac{1}{g} \left( 8 - \frac{28}{15} \right)$$

$$= \frac{1}{g} \left( 8 - \frac{28}{15} \right) = \frac{92}{150} \text{ м} = \frac{46}{75} \text{ м}$$

$$gH = 8 - 2 \left( \frac{14}{15} \right)$$

Ответ: 1)  $0,4 + \sqrt{\frac{1}{15}}$  с; 2)  $L = 0,6$  м; 3)  $H = \frac{46}{75}$  м



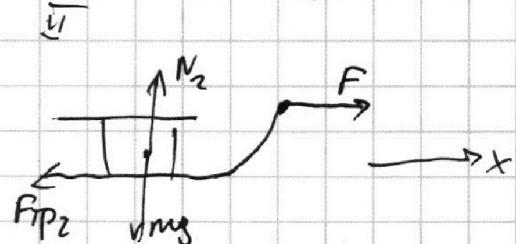
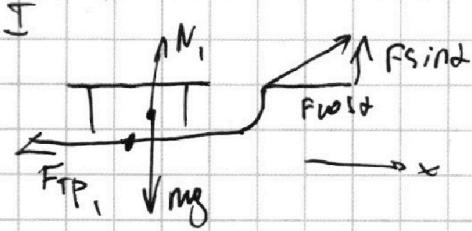
- |                            |                            |                                       |                            |                            |                            |                            |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------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

$v_0$  и  $\alpha$  1 и  $\alpha$  2 случ.  $T_1 = T_2 = T$ .

Движение равноускоренное, то так как оба раза сила сопротивления одинакова, то  $\alpha_1 = \alpha_2$  (но они  $\neq 0$ )



$$F \cos \alpha - F_{f1} = ma$$

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

$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = F - \mu mg$$

$$\mu (mg - mg + F \sin \alpha) = F (1 - \cos \alpha)$$

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

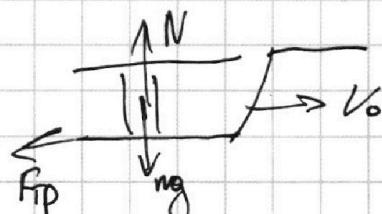
$$2) \alpha_x T = v_0$$

~~$$\alpha_x = \frac{T - \mu N_2}{m} = \frac{F - \mu mg}{m}$$~~

~~$$(F - \mu mg) T = v_0 \quad \mu mg T = \mu m a$$~~

$$T = \frac{v_0}{\mu mg}$$

$$T = \frac{v_0}{\mu mg} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$$



Ответ: 1)  $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$  2)  $T = \frac{v_0}{g} \cdot \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha}$

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!

$$q = 1 \text{ моль} \quad T_1 = 400 \text{ K} \quad R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$\Delta Q = \Delta U + \Delta A$$

$$C = \frac{\frac{3}{2} \gamma R_0 T + \frac{\gamma R_0 T}{\Delta T}}{\Delta T} = \frac{\frac{5}{2} \gamma R}{\Delta T}$$

$$C_V = \frac{3}{2} \gamma R_0 T$$

~~$\Delta U = C_p \Delta T$~~

$$\Delta Q_{12} = \Delta U_{12} + \Delta A_{12} = C_{12} \cdot \Delta T$$

$$C_{12} = 2R$$

$$Q_{12} = C_{12} \cdot (4T_1 - T_1) = 3 \cdot C_{12} \cdot T_1 = 6RT_1$$

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

$$\Delta A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = 1 - \frac{1}{2} R (4T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1); \quad \Delta A_{12} = Q_{12} - \Delta U_{12} = 6RT_1 - \frac{9}{2} \gamma R \cdot T_1 =$$

$$+ \frac{3}{2} \gamma R (4T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1) = R \cdot (4T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1)_{20} = 6R(600) = R \cdot 600$$

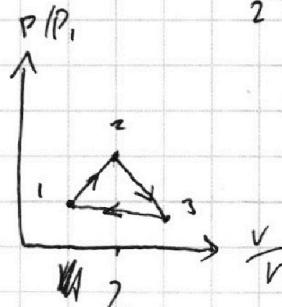
$$\Delta A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = -\frac{5}{2} R (2^{\frac{3}{2}} T_1 - T_1); \quad \Delta A_{12} = 600R \quad (1,5RT_1)$$

$$+ \frac{3}{2} \gamma R (2^{\frac{3}{2}} T_1 - T_1) = -R (2^{\frac{3}{2}} T_1 - T_1)_{20} \quad \Delta Q_{12} = C_{12} \cdot \Delta T_1 = 6RT_1 \\ \Delta Q_{23} = C_{23} \cdot \Delta T_{23} = -\frac{1}{2} R \cdot (4T_1 - 2^{\frac{3}{2}} T_1)$$

$$\eta = \frac{\Delta A_{12} + \Delta A_{23} + \Delta A_{31}}{\Delta Q_{12}} =$$

$$= \frac{600R + 400R(4 - 2^{\frac{3}{2}}) - 400R(2^{\frac{3}{2}} - 1)}{1,5 + 4 - 2^{\frac{3}{2}} - 2^{\frac{3}{2}} + 1} =$$

$$= \frac{6,5 - 2^{\frac{5}{2}}}{6} = \left( \frac{6,5 - 2^{\frac{5}{2}}}{6} \right)$$



Этот же график выглядит так:

$$\Delta A_{31} = -R T_1 (2^{\frac{3}{2}} - 1)$$

$$P_1 V_1 = R T_1$$

$$P_2 V_2 = R T_1$$

$$P_3 V_3 = R T_1 \cdot (2^{\frac{3}{2}})$$

Такой график состоит из отрезков

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!

$$\partial_{23} = \sqrt{RT_1}(4 - 2^{\frac{3}{2}}) = \frac{2P_1 + P_3}{2}(V_3 - 2V_1) \quad (1) \quad (1) - (2)$$

$$\partial_{31} = -\sqrt{RT_1}(2^{\frac{3}{2}} - 1) = \frac{P_1 + P_3}{2}(V_3 - V_1) \quad (2)$$

$$5\sqrt{RT_1} = \frac{P_1 V_3}{2} - \frac{3P_1 V_1}{2} - \frac{P_3 V_1}{2} \Rightarrow 13\sqrt{RT_1} = P_1 V_3 - P_3 V_1$$

$$V_3 = \frac{\sqrt{RT_1} \cdot 2\sqrt{2}}{P_3} \quad \sqrt{RT_1} \stackrel{3}{2} \Rightarrow 13\sqrt{RT_1} = \frac{P_1 \cdot \sqrt{RT_1} \cdot 2\sqrt{2}}{P_3} - P_3 V_1$$

$$P_3^2 \cdot V_1 + P_3 \cdot \sqrt{RT_1} - P_1 \cdot \sqrt{RT_1} \cdot 2\sqrt{2} = 0$$

11,2  
1,4  
8

$$\mathcal{D} = (\sqrt{RT_1})^2 + 4V_1 \cdot P_1 \sqrt{RT_1} \cdot 2\sqrt{2}$$

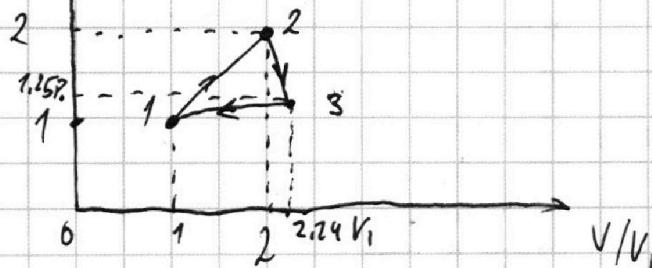
$$P_{3(1,2)} = \frac{-\sqrt{RT_1} \pm \sqrt{(\sqrt{RT_1})^2 + 4V_1 \cdot 2\sqrt{2} \cdot P_1 \cdot \sqrt{RT_1}}}{2} =$$

$$= \frac{-P_1 \pm \sqrt{(P_1 V_1)^2 + 4(P_1 V_1)^2 2\sqrt{2}}}{2} = \frac{-P_1 \pm P_1 \sqrt{1+8\sqrt{2}}}{2} \Rightarrow P_3 = P_1 \left( \frac{\sqrt{1+8\sqrt{2}} - 1}{2} \right)$$

$$P_3 \approx P_1 \cdot \frac{\sqrt{1+8\sqrt{2}} - 1}{2} \approx 1,25 P_1$$

$$V_3 \approx \frac{P_1 V_1 2,8}{1,25 P_1} = 2,24 V_1$$

$$\begin{array}{l} 1 (P_1 V_1) \\ 2 (2P_1 2V_1) \\ 3 (1,25P_1, 2,24V_1) \end{array}$$



$$\begin{array}{r} 280 | 125 \\ -250 \quad | 2,24 \\ \hline 300 \\ -250 \\ \hline 500 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 112 \\ -133,74 \\ \hline 3,6 \\ -3,6 \\ \hline 216 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{r} 108 \\ -1296 \\ \hline 3,5 \\ -3,5 \\ \hline 1225 \\ \hline \end{array}$$

$$\text{Osnber: } A_n = 600R ; \eta = \frac{6,5 - 4\sqrt{2}}{6} \approx 15\%$$

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

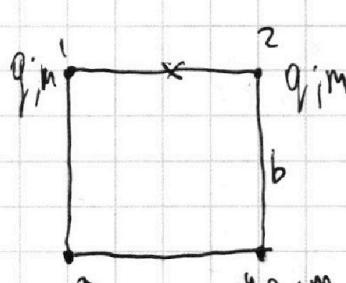
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

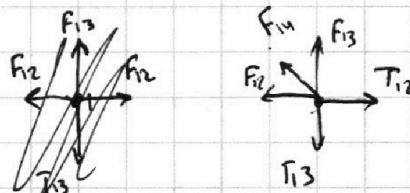
МФТИ



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



big i'm

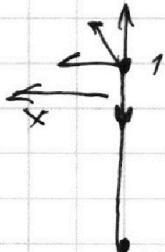


$$T_{12} = F_{12} + F_{14} \cdot \cos 45^\circ = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} \cdot \frac{1}{2} \quad \boxed{\frac{3kq^2}{4b^2}} \quad \cancel{T_{13} = T_{14} = T_1}$$

$$F_{12} = \frac{kq^2}{b^2} \quad F_{14} = \frac{kq^2}{(b\sqrt{2})^2} = \frac{kq^2}{2b^2} \quad T_{12} = \frac{kq^2}{b^2} \left(1 + \frac{1}{4}\right) = T_1$$

~~$\frac{3kq^2}{4b^2}$~~

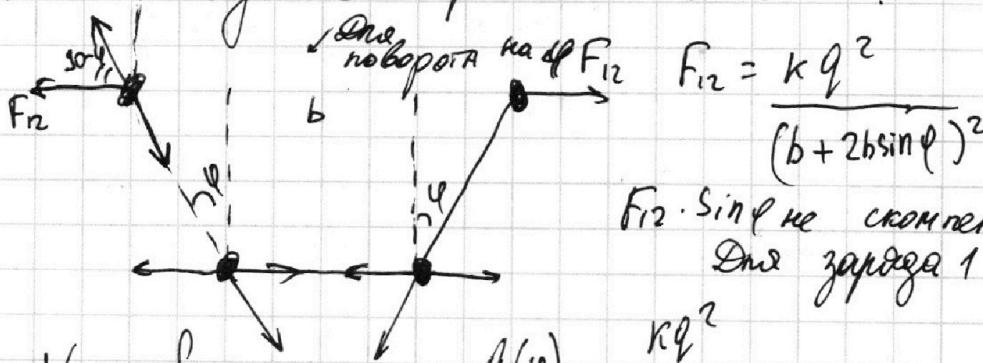
В момент, когда перенесли массу



$$1. \quad \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} = m\ddot{x}_x$$

Скорее всего здесь надо записать ЗСГ,

но Электростатику нам ещё не читали. И я не знаю как  
писать ЗСГ для электростатического поля.



для поворота на  $\phi$   $F_{12} = \frac{kq^2}{(b+2b\sin\phi)^2}$   
 $F_{12} \cdot \sin\phi$  не скомпенсировано.  
 Для заряда 1

$$V_1 = \int a(t) dt \quad a(t) = \frac{kq^2}{(b+2b\sin\phi)^2 \cdot m}$$



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

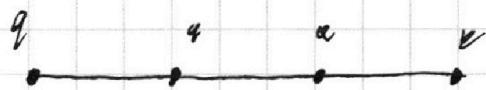
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

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

МФТИ

Черновик



$$\Delta t = \cancel{q} \cancel{r} \cancel{s} \cancel{t}$$
$$= q \cdot t$$



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!

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

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



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

чертёжник  
14:35 - конец

$$1) T = 2c = \frac{V_0}{g} \Rightarrow V_0 = gT = 20\%$$

$$H(t) = (V_0 \sin \alpha_0) t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H(t) = V_0 \cos \alpha_0 t$$

$$H_{\max} = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha_0}{2g} = \frac{400}{20} = 20$$

$$V_0 \cos \alpha_0 t = S$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \alpha_0} \Rightarrow H(t) = (V_0 \sin \alpha_0) \cdot \frac{S}{V_0 \cos \alpha_0} - \frac{g \cdot S^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha_0} = S \operatorname{tg} \alpha_0 - \frac{g S^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha_0}$$

$$\text{Но как } H'(t)_{\max} ? H'(t) = S \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha_0} - \frac{g S^2 \cdot 2 \sin \alpha_0}{\cos^3 \alpha_0} = 0$$

$$\frac{S}{\cos^2 \alpha_0} = \frac{2g \sin \alpha_0 \cdot S^2}{\cos^3 \alpha_0} \quad \left( \frac{\sin \alpha_0}{\cos \alpha_0} \right)' = \frac{\cos \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0 + \sin \alpha_0 \cdot (-\sin \alpha_0)}{\cos^2 \alpha_0} = \left( \frac{f}{g} \right)' = \frac{f'g - fg'}{g^2} =$$

$$2g \sin \alpha_0 \cdot S = \cos \alpha_0 \quad \left( \frac{1}{\cos^2 \alpha_0} \right)' = \frac{1}{\cos^3 \alpha_0} = 1 + \frac{1}{4g^2 S^2} = \frac{\sin^2 \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0 - \sin \alpha_0 \cdot \cos^2 \alpha_0}{\cos^2 \alpha_0} =$$

$$\operatorname{ctg} \alpha_0 = 2g S \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{1}{2g S} = \frac{1}{\cos^2 \alpha_0} = 1 + \frac{1}{4g^2 S^2} = \frac{\cos^2 \alpha_0 + \sin^2 \alpha_0}{\cos^2 \alpha_0} = \frac{1}{\cos^2 \alpha_0}$$

$$H_{\max} = \frac{S}{2g S} + \frac{g S^2}{2V_0^2} \cdot \left( 1 + \frac{1}{4g^2 S^2} \right) = \frac{1}{2g} + \frac{g S^2}{2V_0^2} + \frac{1}{8V_0^2}$$

$$H_{\max} \geq \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha_0}{2g} = \frac{400 \cdot \frac{1}{2}}{20} = \frac{200}{20} = 10 \quad \left( \frac{f}{g} \right)' = \frac{1 \cdot \cos^2 \alpha_0 - (-\sin \alpha_0) \cdot (-2 \sin \alpha_0 \cos \alpha_0)}{\cos^4 \alpha_0} =$$

$$\frac{10 \cdot 20^2}{2 \cdot 20^2} = 5 + \frac{1}{20} + \left( x^n \right)' = n x^{n-1} \frac{g S^2}{2V_0^2} \cdot \frac{1}{4g^2 S^2} = \frac{1}{\cos^2 \alpha_0} = \frac{(\cos^2 \alpha_0)^{-1} \cdot (-2 \sin \alpha_0 \cos \alpha_0)}{\cos^4 \alpha_0}$$

$$(\cos^{-2} \alpha_0)' = f(g(x)) = -2 \cdot \cos^{-3} \alpha_0 \cdot (-\sin \alpha_0) \frac{1}{8V_0^2 g} = (\cos \alpha_0 \cdot \cos \alpha_0)' = -\sin \alpha_0 \cos \alpha_0 - \sin \alpha_0 \cos \alpha_0 = -2 \sin \alpha_0 \cos \alpha_0$$

$$= 2 \sin \alpha_0 \quad \left( \frac{f}{g} \right)' = \frac{2 \sin \alpha_0}{\cos^3 \alpha_0}$$

$$(\cos^{-1} \alpha_0)' = -1 \cdot \cos^{-2} \alpha_0 \cdot (-\sin \alpha_0) = \frac{\sin \alpha_0}{\cos^2 \alpha_0} \quad -\tan^2 \alpha_0 = 1 - \frac{1}{\cos^2 \alpha_0} \Rightarrow \tan^2 \alpha_0 = \frac{1}{\cos^2 \alpha_0} - 1$$

$$\frac{\sin^2 \alpha_0}{\cos^2 \alpha_0} = \frac{\cos^2 \alpha_0 + \sin^2 \alpha_0}{\cos^2 \alpha_0} = \frac{1}{\cos^2 \alpha_0}$$

$$-\tan^2 \alpha_0 = -\frac{\sin^2 \alpha_0}{\cos^2 \alpha_0}$$

$$H_{\max} = \frac{S \sin \alpha_0}{20 \cos^2 \alpha_0} =$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:



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

### Черновик

$$P_1 V_1 = P_1 R T_1$$

$$P_2 V_2 = 2R \cdot 4T_1$$

$$P_3 V_3 = 2R T_1 \cdot (2^{\frac{3}{2}})$$

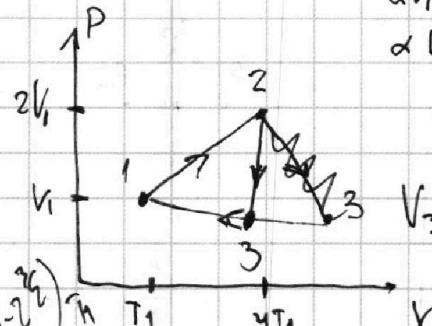
$$C_{23} = -\frac{R}{2}, \quad \Delta Q_{23} = C_{23} \cdot \sqrt{(V_3 - V_2)}$$

$$-\frac{R}{2} \cdot \sqrt{V_3 - V_2} = \Delta Q_{23} = \frac{3}{2} \sqrt{R} (4 - 2^{\frac{3}{2}})$$

$$\Delta Q_{23} = \sqrt{R T_1} (4 - 2^{\frac{3}{2}})$$

$$\Delta_{12} = 1,5 \sqrt{R T_1}$$

$$\Delta_{31} = -\sqrt{R T_1} (2^{\frac{3}{2}} - 1)$$

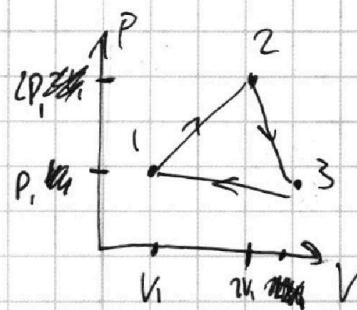


$$\Delta V_1^2 = P_1 R T_1$$

$$\Delta V_2^2 = 4 \sqrt{R T_1}$$

$$\frac{V_2}{V_1} = 2 \sqrt{R T_1} \cdot 2^{\frac{3}{2}}$$

$$V_3 = \frac{\sqrt{R T_1} \cdot 2^{\frac{3}{2}}}{P_3} V_1$$



$$P_3 V_3 = P_1 R T_1 (2^{\frac{3}{2}})$$

$$2V_1 \cdot P_1 = 2P_1 V_1$$

$$G_{12} = 1,5 P_1 V_1$$

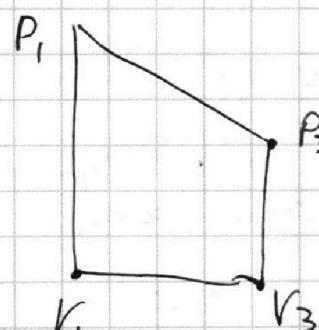
$$\Delta_{23} =$$

$$-\sqrt{R T_1} (2^{\frac{3}{2}} - 1) = \frac{P_1 + P_3}{2} \cdot (V_3 - V_1)$$

$$5\sqrt{R T_1} = P_1 (V_3 - 2V_1) + \frac{P_3}{2} (V_3 - 2V_1) - P_1 \left( \frac{V_3 - V_1}{2} \right)$$

$$\frac{-P_3 (V_3 - V_1)}{2} = P_1 V_3 - 2P_1 V_1 + \frac{P_3 V_3}{2} - P_3 V_1 - \frac{P_1 V_3}{2} + \frac{P_1 V_1}{2} -$$

$$- \frac{P_3 V_3}{2} + \frac{P_3 V_1}{2} = 5\sqrt{R T_1} = \frac{P_1 V_3}{2} - \frac{3P_1 V_1}{2}$$



$$\Delta_{23} = \sqrt{R T_1} (4 - 2^{\frac{3}{2}}) = \frac{2P_1 + P_3}{2} (V_3 - 2V_1)$$

$$-\sqrt{R T_1} (2^{\frac{3}{2}} - 1) = \frac{P_1 + P_3}{2} (V_3 - V_1)$$

$$4\sqrt{R T_1} + \sqrt{R T_1} = P_1 V_3 - 2P_1 V_1 + \frac{P_3 V_3}{2} - P_3 V_1 - \frac{P_1 V_3}{2} + \frac{P_1 V_1}{2}$$

$$\frac{P_3 V_3}{2} - P_3 V_1 - \frac{P_3 V_3}{2} + \frac{P_3 V_1}{2} = P_3 \quad | \quad 5\sqrt{R T_1} = \frac{P_1 V_3}{2} - \frac{3P_1 V_1}{2} - \frac{P_3 V_1}{2}$$

$$- \frac{P_1 V_3}{2} + \frac{P_1 V_1}{2}$$

$$\sqrt{R T_1} (2^{\frac{3}{2}}) - \frac{P_3 V_1}{2}$$

$$13\sqrt{R T_1} = P_1 V_3 - P_3 V_1$$