



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.

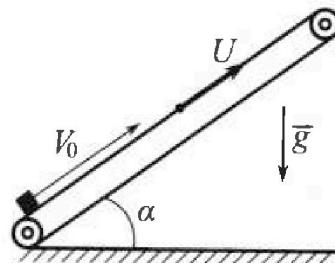
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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 α такой, что $\sin \alpha = 0,8$ (см. рис.).

В первом опыте небольшую коробку ставят на покоящуюся ленту транспортера и сообщают коробке начальную скорость $V_0 = 4 \text{ м/с}$. 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.

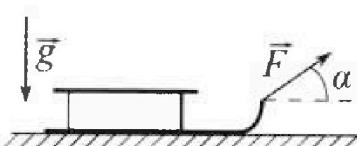
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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

1) Найдите коэффициент μ трения скольжения санок по горизонтальной поверхности.

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

Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



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

Вариант 10-01

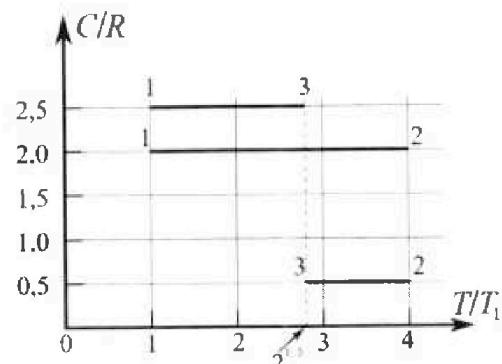
*Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и
радикалы.*

4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 $T_1 = 400$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

1) Найдите работу A_{12} газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД η цикла.

3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



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

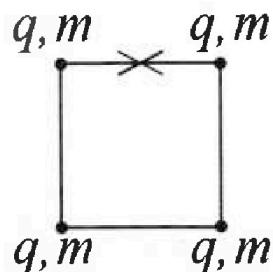
1) Найдите силу T натяжения нитей.

Одну нить пережигают.

2) Найдите скорость V любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.

3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных вверху (на рисунке)?

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона k . Действие сил тяжести считайте пренебрежимо малым.



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!

Подставим y_{\max} в ур-е для y :

$$\frac{v_0^2}{g} - \frac{g \zeta^2 (1 + \frac{y_{\max}}{v_0^2})}{2} = y_{\max}$$

$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g \zeta^2}{v_0^2} \cdot \frac{1}{2} - \frac{g \zeta^2}{v_0^2} \cdot \frac{v_0^2}{g \zeta^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g \zeta^2}{2 v_0^2} - \frac{v_0^2}{g \zeta^2} = \\ = \frac{v_0^2}{g} - \frac{g \zeta^2}{2 v_0^2} = \frac{400 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} - \frac{10 \frac{m}{s^2} \cdot 400 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 400 \frac{m^2}{s^2}} = 20 \text{ м} - 5 \text{ м} = 15 \text{ м}$$

Ответ: ① $v_0 = 20 \text{ м/с}$

② $y_{\max} = 15 \text{ м}$

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 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 ①
 $v(t) = v_0 - gt$
 $v(T) = 0 \text{ ft/s}$ (макс. высота)

$v_0 = gT = 20 \frac{\text{ft}}{\text{s}}$

② Проверим, меньше ли S чем L_{\max} .

$$L_{\max} = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g} = \frac{v^2}{g} = 40 \text{ ft}$$



~~Well, looks like it's not far enough!~~

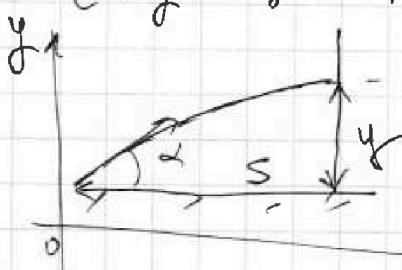
$$L_{\max} \gg S$$



Значит ракета имеет склон ренгаж.

Уп-ер движение:

$$\begin{cases} 0x: v_0 \cos \alpha t = S & (\text{угол между } v_0 \text{ и } \alpha) \\ 0y: v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = y & (\text{рисунок выше}) \end{cases}$$



$$S \tan \alpha - \frac{gS^2}{v_0^2 \cos^2 \alpha} = y$$

Возьмем производную:

$$S \frac{1}{\cos^2 \alpha} - \frac{gS^2 \sin \alpha}{v_0^2 \cos^3 \alpha} = 0$$

($\cos^2 \alpha \neq 0$)

$$1 - \frac{gS}{v_0^2} \tan \alpha = 0 \Rightarrow \tan \alpha = \frac{v_0^2}{gS}$$

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!

№2

1. Задачи №1 при Обрывании Струй

Они коробки:



т.к. $F_{T_x} < 0$

Од: $N - \mu g \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = \mu g \cos \alpha$

Од: $-F_T - \mu g \sin \alpha = ma$

т.к. у коробки есть ск-рб, то есть a

Зависимость след: $F_T = \mu N$

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

Коробка движется с постоянной скоростью, остановится и
будет лежать выше начального уровня

№1 Оне Падение вниз: ($F_{T_x} > 0$)

Од: $N - \mu g \cos \alpha = 0$

Од: $F_T - \mu g \sin \alpha = ma$

$$a_H = g(\mu \cdot 0,6 - 0,8) = -0,6g$$

Время падения $t_B = \sqrt{\frac{2s}{a}}$

л. $T = t_B + t_H$; t_H - время скатывания
 t_B - время падения

л. Найдем s_B :

$$\text{л. - е. Обрывание} \quad s_B = \frac{v_0^2}{2a} \stackrel{(v_0=0)}{=} \frac{16 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = 0,8 \text{ м}$$

$$s_H = 0,2 \text{ м} \quad (s_H = s - s_B)$$

$$t_H = \sqrt{\frac{2s_H}{a_H}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м}}{9,6 \cdot 10 \frac{m}{s^2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ м}^2}{9,6 \text{ м}}} = \sqrt{\frac{1}{60}} \text{ с}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

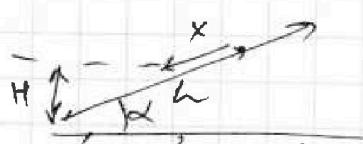
- | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/>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

$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2a_H} = \frac{12 \frac{m^2}{s^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{s^2}} = 0,6 \text{ m}$$

$$\textcircled{3} \quad H = (L - x) \cdot \sin \alpha$$



~~Начало движения~~ В со льда
от сюда корабль набирает
скорость и она останавливается
это значит, что ускорение уменьшается
также $a = a_H = 0,6 g$

$$x = \frac{u^2 - u^2}{2a_H} = 0$$

$$H = L \cdot \sin \alpha = 0,6 L = 0,48 \text{ m}$$

Ответ: $\textcircled{1} \quad T = 0,43 \text{ s}$

$\textcircled{2} \quad h = 0,6 \text{ m}$

$\textcircled{3} \quad H = 0,48 \text{ m}$

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 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!

6) t_6 ~~всегда~~

$$t_6 = \frac{v_0}{a} \quad (\text{скорость станет } 0)$$

$$t_6 = \frac{0,4 \frac{m}{c}}{10 \frac{m}{c^2}} = 0,4 c$$

$$T = 0,4 c + \frac{2}{100} c = 0,4 + \frac{\sqrt{60}}{30} c \approx 0,4 c + \frac{0,78}{30} c \approx 0,43 c$$

1) ② по второму спуску движение будет инерциальным
так как мы же записали $a = a_0 = g$ (иногда x)

~~动感~~ ~~второе движение тело будет~~
~~относительное~~

~~$v(t) = v_0 t + a t^2 \rightarrow v_0 - u + \frac{a t^2}{2} = 0$~~

~~$s(t) = (v_0 - u)t - \frac{a t^2}{2}$~~
 ~~$0,2 \cdot 0,2 - \frac{10}{2} \cdot 0,2^2 = (0,4 - 0,2) m = 0,2 m$~~

③ 1) вспомним формулы

~~$v(t) = -u + a t \rightarrow t = \frac{u}{a} = \frac{0,4}{10} = 0,04 s$~~

~~$s(t) = v_0 t - \frac{a t^2}{2} = 0,4 \frac{0,04}{10} - \frac{10}{2} \cdot 0,04^2 = 0,016 - 0,008 = 0,008 m$~~

~~Смотреть след. страницу~~

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



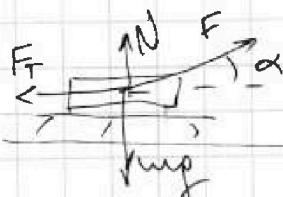
- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

нр

Задача самок. сн.1:

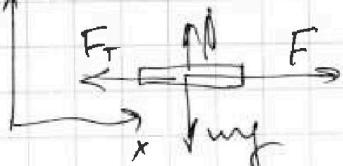


$$Oy: N - mg + F \sin \alpha = 0$$

$$Ox: -F_f + F \cos \alpha = m a_1$$

$$m a_1 = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

Задача самок. сн.2:



$$Oy: N - mg = 0$$

$$Ox: F - F_f = m a_2$$

$$m a_2 = F - \mu mg$$

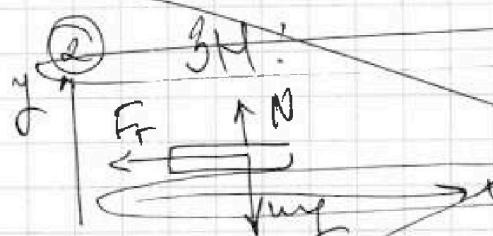
$$a_1 = a_2 \quad (\text{т.к. } t_1 = t_2)$$

$$m a_1 = m a_2$$

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

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

$$\mu = -\operatorname{ctg} \alpha \quad \text{значит } F \text{ const при конг.}$$



$$Ox: -F_f = m a$$

$$Oy: N - mg = 0$$

$$a = -g \cdot \mu$$

$$v(t) = 0 = v_0 - \mu g t \Rightarrow t = T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{100 \cdot \operatorname{рад}}{\mu g}$$

Р



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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

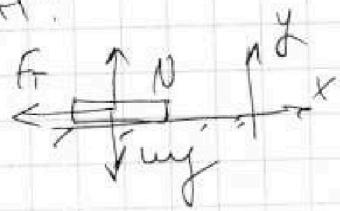
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

МФТИ.

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

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

③ Н:



$$Dy: N - mg = 0$$

$$Dx: -f_T = m \alpha$$

$$a = -\mu g$$

$$v(t) = 0 = v_0 + at = v_0 - \mu g t \Rightarrow t_0$$

$$t = t_0 = \frac{v_0 \sin \alpha}{1 - \cos \alpha g}$$

Одно!: $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}, T = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha)g}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$Q = C_0 T \quad (1) \quad \text{или} \quad Q = C_{\text{н}} T$$

Кн - Нейл:

$$PV = CRT \Rightarrow \Delta T = \frac{1}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$$

$$Q_{ij} = C_0 T = C_0 A_{ij}$$

~~$$C = \text{const} = C_0 + \frac{A_{ij}}{\Delta T_{ij}} \Rightarrow \frac{A_{ij}}{\Delta T_{ij}} = \text{const}$$~~

$$A_{ij} = K \Delta T_{ij} \quad (\text{исследование } f-R)$$

$$\Delta T = k/T$$

~~$$\partial R P dV = K(PdV + VdP)$$~~

~~$$(DR - K) P dV = K V dP$$~~

~~$$\text{тогда } \frac{dP}{P} = \frac{dV}{V} \frac{DR - K}{K}$$~~

~~$$PV = \text{const}$$~~

~~$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$~~

~~$$\frac{P_2}{P_1} \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^n \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^n$$~~

3-H Кн - Нейл:

~~$$PV = DR T; \quad P_1 V_1 = DR T_1; \quad P_2 V_2 = DR \cdot 4T_1$$~~

~~$$P_3 V_3 = DR \sqrt{2} \cdot 2T_1$$~~

~~$$\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = 4 \quad \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{\sqrt{2}}{2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$~~



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 |
|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

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

МФТИ

$$\cancel{\partial \Delta T = PdV + VdP} \quad F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu g + \mu F \sin \alpha$$

$$C = C_v + \frac{PdV}{PdV + VdP} \Rightarrow \frac{C - C_v}{C_p - C_v} = \frac{PdV}{PdV}$$

$$C_v = C - R$$

$$C_p - C_v = R$$

$$PdV = k \Delta T$$

$$PV = \cancel{\partial RT}$$

$$\cancel{\int_T = PdV + VdP}$$

$$\cancel{\partial V = \partial R(PdV + \partial RV/dP)}$$

$$PdV(1-R) = RVdP$$

$$a \ln V = \ln P$$

~~$$\frac{\partial \text{f}_{\text{6.10.11}}}{\partial \text{f}_{\text{2.6.9}}} = \frac{K^a}{K^a}$$~~

$$V \cdot P = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{V}{\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{\partial \text{f}_{\text{6.10.11}}}{\partial \text{f}_{\text{2.6.9}}} = \frac{0.2^2}{0.1^2} \quad V = \frac{1}{2}$$

$$\frac{\partial \text{f}_{\text{6.10.11}}}{\partial \text{f}_{\text{3.2.1}}} = \frac{0.2^2}{0.1^2}$$



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!

№4

$$\textcircled{1} \quad C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \stackrel{\text{no 1 наклон}}{\downarrow} = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} = C_0 + \frac{A}{\Delta T}$$

$$A = C \cdot \Delta T - C_0 \Delta T = 2R \cdot 3T, -\frac{3}{2}R \cdot 3T, = \\ = \frac{3}{2}RT,$$

$$\textcircled{2} \quad \tau. k \quad C_{ij} = \text{const}, \quad \Rightarrow \quad Q_{ij} = C_{ij} \Delta T$$

Видим, что в 6 излучениях: $1 \rightarrow 2, \quad Q > 0$

8 излучениях: $2 \rightarrow 3, \quad 3 \rightarrow 1, \quad Q < 0$

$$\text{т.е. } \eta = \frac{A}{Q_+} = \frac{Q_+ - Q_-}{Q_+} = 1 - \frac{|Q_-|}{Q_+}$$

$$Q_+ = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 2R \cdot 3T,$$

$$Q_- = \sum Q_{-i} = Q_{23} + Q_{31} = 0,5R(2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) + 2,5R(\sqrt{2}T_1 - 2\sqrt{2}) = \\ = T_1 R \sqrt{2} - 2T_1 R + 2,5T_1 R + 5\sqrt{2}T_1 R \quad \text{или} \quad 6\sqrt{2}RT_1 - 6RT_1,$$

$$\eta = 1 - \frac{-\frac{1}{2} + \frac{4\sqrt{2}}{3}}{1} = 1 - \frac{-1 + 8\sqrt{2}}{12} + \frac{+13 + 8\sqrt{2}}{12} \approx$$

$$\text{или} \quad 6\sqrt{2}RT_1 - 6RT_1,$$

$$\eta = 1 - \frac{6\sqrt{2} - 6RT_1}{6} = R \approx 1 - \sqrt{2} + \frac{5\sqrt{2}}{6} =$$

$$\approx -0,28 + 0,92 = 0,64$$



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 |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|

ЛМФТИ

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

$$C - C_0 + \frac{\partial A}{\partial T} = \text{const}$$

$$C = C_0 + \frac{R P dV}{P dV + V dP} \Rightarrow \cancel{\frac{C_0}{C_0 + C}} = \cancel{\frac{dV}{dP}}$$

$$\Rightarrow (C - C_0) P dV + V dP (C - C_0) = R P dV$$

$$P dV (C - C_0 - R) = V dP (C - C_0)$$

$$\underbrace{\left(V \frac{C - C_0 - R}{C - C_0} = P \cdot k \right)}_{P/V} \quad \frac{P}{V P_1} = \frac{V^k}{V P_1}$$

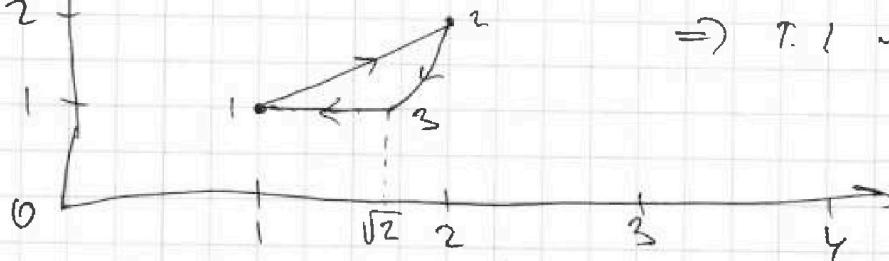
$$k_{12} = \frac{1 - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - 2} = \frac{-0,5}{-0,5} = 1$$

$$k_{23} = \frac{0,5 - 1 - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - 0,5} = \frac{-2}{1} = -2$$

$$k_{31} = \frac{2,5 - \frac{3}{2} - 1}{2,5 - \frac{3}{2}} = \frac{0}{1} \Rightarrow$$

$\Rightarrow T_1 \sim 3$ шаг
на V делит

$\frac{V}{V_1}$ на k шагов



$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = P_3 V_3 \Rightarrow V =$$

$$P_3 V_3 = \sqrt{2} \frac{P_1 V_1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{①} \text{Общ.} \text{②} A = \frac{3}{2} RT_1$$

$$\textcircled{2} \quad n = 0,64$$

$$\textcircled{3} \quad \text{если}$$

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 ~~чертежником~~ и не проверяется. Печать QR-кода недопустима!

$$L = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$$

$$\sqrt{x^2 + y^2} = v_0 t$$

$$\frac{400}{10} = 40$$

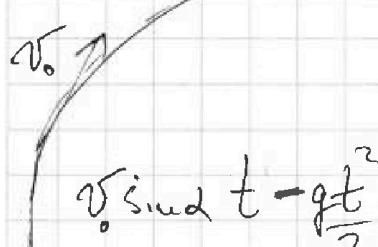
$$\frac{122}{132} = \frac{122}{134}$$

$$\sqrt{2} = \frac{122}{132} = \frac{122}{134}$$

$$1,72$$

$$\frac{1,7}{1,7}$$

$$\frac{1,7}{1,7} = \frac{1,7}{1,7}$$



$$v_0 \sin \alpha - gt^2 = y$$

$$L = \frac{2v_0 v_y}{g} = \frac{v^2 \sin 2\alpha}{g}$$

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

$$\text{усл } S_{tf} \alpha - \frac{Sg}{2v^2 \cos^2 \alpha} = y$$

$$\frac{S}{\cos^2 \alpha} + \frac{2Sg(-\sin \alpha)}{2v^2 \cos^3 \alpha} = 0$$

6

$$1 - \frac{Sg}{2v^2} \tan \alpha = 0$$

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

$$\sin^2 + \cos^2 = 1$$

$$\tan^2 + 1 =$$

$$\frac{54}{60} = \frac{9}{10}$$

$$\frac{9}{10} = 0,9$$

$$\frac{78}{30} \cdot 100 = 91$$

$$\frac{78}{6} = 13$$

проверки:

$$\mu N \rightarrow \frac{v}{2g} = \frac{Sg}{v} \cdot \sin \alpha$$

$$F = \mu N$$

$$L = \frac{v^2 - u^2}{2a} = \frac{16 - 4}{2 \cdot 10} = \frac{12}{2 \cdot 10} =$$

$$10 \frac{16}{16} = \frac{10}{6}$$

$$0,6 \approx \frac{78}{3} \cdot \frac{1}{1000}$$

26



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

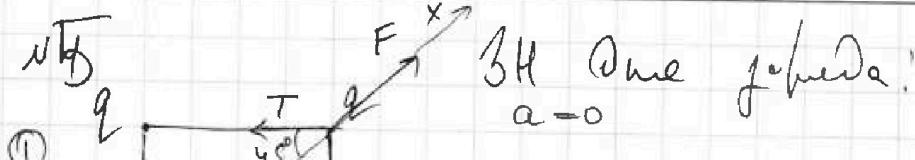
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

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



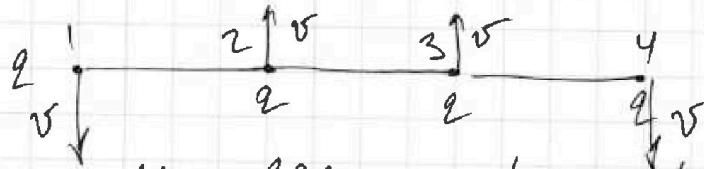
$$F - 2T \cos 45^\circ = 0$$

$$F = T\sqrt{2}$$

№ 2 $F = \sum F_i = \frac{2kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{2b^2} = \frac{5}{2} \frac{kq^2}{b^2}$

$$T = \frac{F}{\sqrt{2}} = \frac{5}{2\sqrt{2}} \frac{kq^2}{b^2}$$

№ 3
 Из симметрии скобки крайних будут одинаковы
 Рисунок



Из ЗСУ скобки средних тоже будут одинаковы
 итак: $E_n + E_k = E_1' + E_4'$

$$E_n = E_n' + E_k'$$

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

$$E_n = \frac{KQ^2}{B^2} + \frac{KQ^2}{B^2} + \frac{KQ^2}{B^2} + \left(\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2} \right) \frac{KQ^2}{B^2} = \frac{7}{3} \frac{KQ^2}{B^2}$$

$$E_A' = E_{12} + E_{13} + E_{14} + E_{23} + E_{24} = \frac{KQ^2}{B^2} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + 1 + \frac{1}{2} \right) = \\ = \frac{10}{3} \frac{KQ^2}{B^2}$$

$$E_k' = 2mv^2$$





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

МФТИ

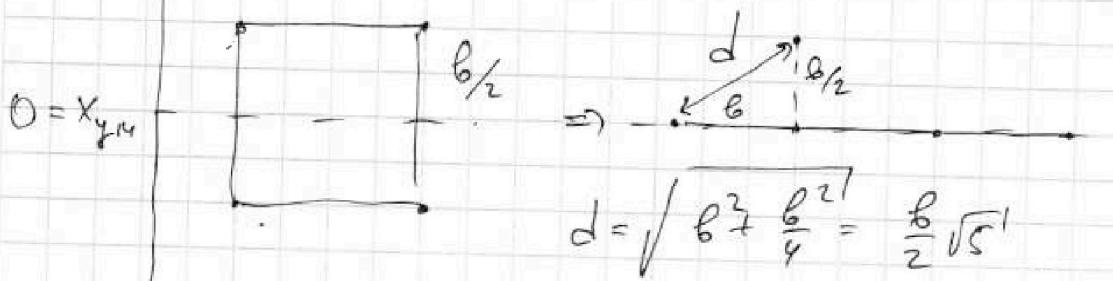
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи,
страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

$$\left(\frac{4Kq^2}{6} + \frac{2}{\sqrt{2}} \right) \frac{Kq^2}{6} = \frac{10}{3} \frac{Kq^2}{6} + 2m v^2$$

$$v^2 = \frac{Kq^2}{mb} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{5}{3} \right) = \frac{Kq^2}{mb} \left(\frac{6\sqrt{2} + 3 - 15\sqrt{2}}{3\sqrt{2}} \right) =$$

$$= \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}} \frac{Kq^2}{mb} \Rightarrow v = q \sqrt{\frac{K}{mb} \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}}}$$

① ↑ Видим сечь наде сдвигом



На чм ческо не веду штебано
потому что СК-Р не нуженаго
а она одна рабка.

Обрт: ① $T = \frac{5}{2\sqrt{2}} \frac{Kq^2}{6}$

② $v = q \sqrt{\frac{K}{mb} \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}}}$

③ $d = \frac{b}{2}\sqrt{5}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

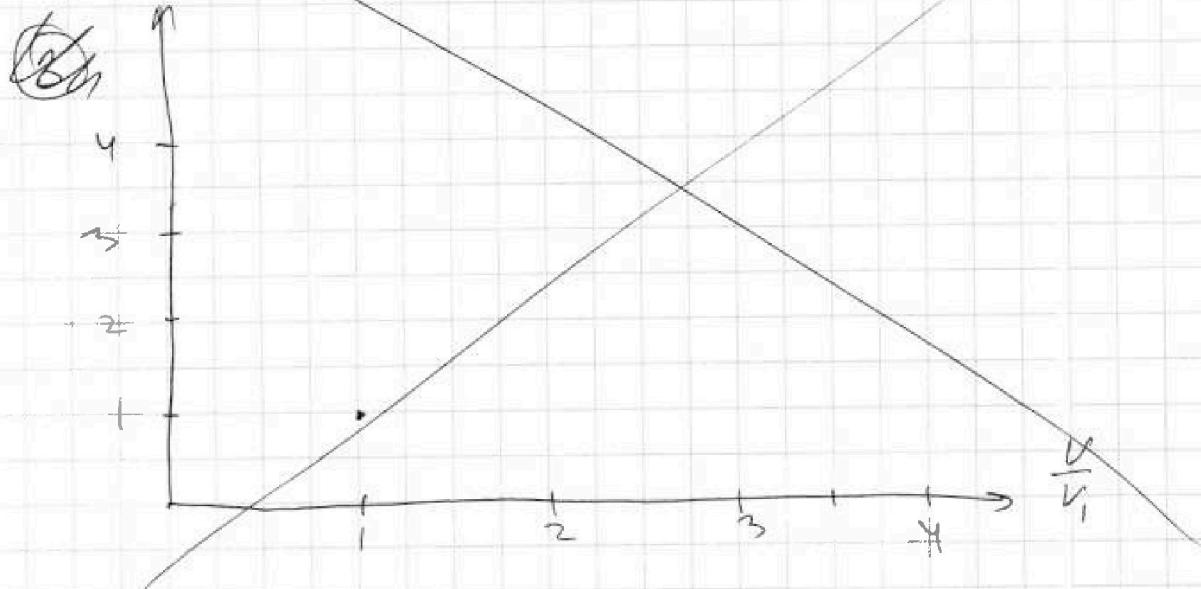
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

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

МФТИ

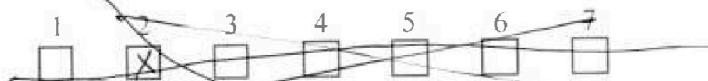
$$\frac{P_i V_i}{P_1 V_1} = \frac{T_i}{T_1} \Rightarrow \frac{P_i}{P_1} = \frac{T_i}{T_1} \cdot \frac{V_1}{V_i} \quad - \text{ зависит от } \frac{V_1}{V_i}$$





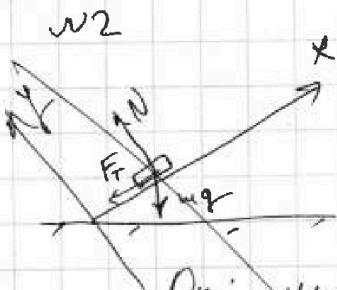
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице!



МФТИ

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



Задача №2

$$0y: -\mu mg \cos \alpha + N = 0$$

$$0x: -F_{rp} - mg \sin \alpha = m \cdot a$$

$$Ox: \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = ma$$

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

Задача №3

~~$$S(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$
 (с ускорением)~~

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

~~решение задачи №3~~ $S = 1 \text{ м}, v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \mu = \frac{1}{3}, g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

~~$$1 = 4T - 5 \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) T^2$$
 (помним что подъем)~~

~~$$5T^2 - 4T + 1 = 0 \Rightarrow \sqrt{D} = \sqrt{16 - 20}$$~~