



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.

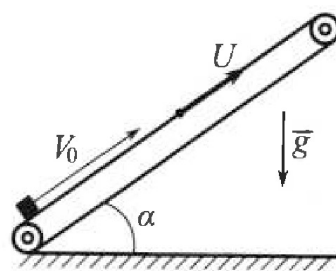
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

2) Теннисист посылает 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 $g = 10$ м/с². 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 $V_0 = 4$ м/с. Коэффициент трения скольжения коробки по ленте $\mu = \frac{1}{3}$. Движение коробки прямолинейное.



1) За какое время T после старта коробка пройдет в первом опыте путь $S = 1$ м?

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

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

3) На какой высоте H , отсчитанной от точки старта, скорость коробки во втором опыте станет равной нулю? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². 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.

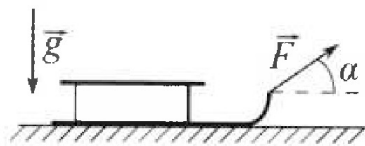
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.





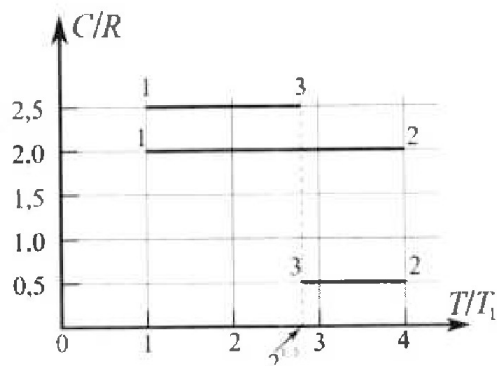
Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

Вариант 10-01

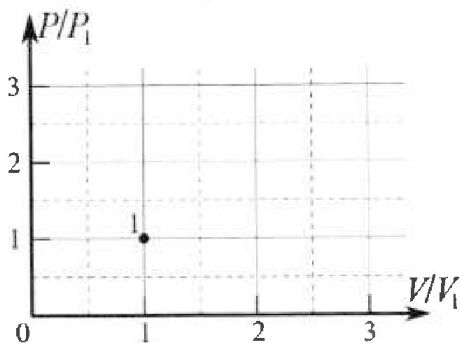
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и
радикалы.



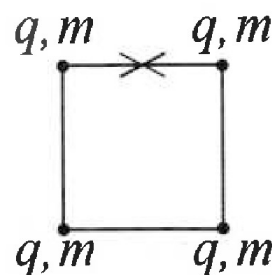
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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

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 :

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

$$y_{\max} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{v_0^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{v_0^2} = \frac{v_0^2}{g} - \frac{gS^2}{v_0^2} =$$
$$= \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gS^2}{2v_0^2} = \frac{400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}}{2 \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} - \frac{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} 4 \text{м}^2}{2 \cdot 400 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}} = 20 \text{ м} - 5 \text{ м} = 15 \text{ м}$$

Ответ: ① $v_0 = 20 \text{ м/с}$

② $y_{\max} = 15 \text{ м}$

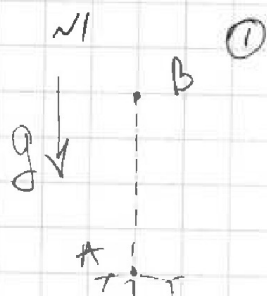
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



$$v(t) = v_0 - gt$$

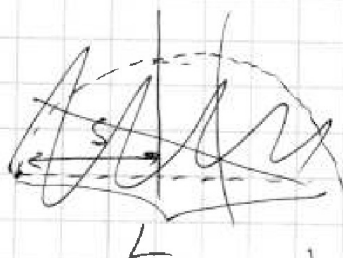
$$v(t) = 0 \text{ в т. В (max. высоте)}$$

$$v_0 = gT = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

②

Проверим, меньше ли S чем L_{max} .

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



~~Вот было бы хорошо, если бы...~~

$$L_{\text{max}} > S$$

Значит задачу имеет смысл
решать.

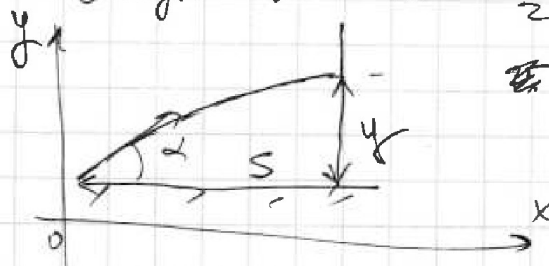


Ур-е движения:

$$Ox: v \cos \alpha t = S$$

$$Oy: v \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = y$$

(используем угол α ,
рисунок ниже)



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

Возьмем производную:

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

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

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

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!

1. Запишем ΣF для μ и $\Sigma F_{\text{внешн}}$ сверху
для коробки:



т.к. $F_{Tx} < 0$

$Oy: N - mg \cos \alpha = 0 \Rightarrow N = mg \cos \alpha$

$Ox: -F_f - mg \sin \alpha = ma$

т.к. у коробки есть ск-сть, то есть и

внешнее след: $F_f = \mu N$

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

Коробка движется с этим ускор-ем, остановится и
будет двигаться уже вниз.

6Н для μ и μ - μ вниз: ($F_{Tx} > 0$)

$Oy: N - mg \cos \alpha = 0$

$Ox: F_f - mg \sin \alpha = ma$

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

$8 \cdot 9,8 \cdot 0,2 = v_0^2$

$T = t_B + t_H$; t_H - время скачка
 t_B - время торможения

Найдем S_B :

$S_B = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{16 \frac{m^2}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 0,8 m$

$S_H = 0,2 m$ ($S_H = S - S_B$)

$t_H = \sqrt{\frac{2S_H}{a_H}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 m}{9,8 \cdot 10 \frac{m}{c^2}}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 c^2}{98}} = \sqrt{\frac{1}{60}} c$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

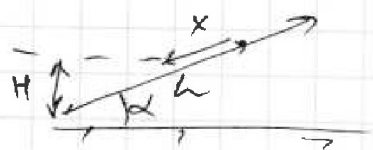
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$L = \frac{v_0^2 - u^2}{2a_8} = \frac{12 \frac{m^2}{c^2}}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 0,6 \text{ м}$$

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



~~$x = \frac{u^2 - u_0^2}{2a}$~~ В со левом
когда коробка наберёт
скорость и она остановится.

Это значит, что ускорение у неё
уже $a = a_H = 0,6 g$

$$x = \frac{u^2 - u_0^2}{2a_H} = 0$$

$$H = L \cdot \sin \alpha = 0,8 L = 0,48 \text{ м}$$

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

$\textcircled{2} \quad L = 0,6 \text{ м}$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

t_b t_b t_b t_b t_b t_b t_b

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

$$t_b = \frac{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,04 \text{ с}$$

$$T = 0,04 \text{ с} + \frac{0,4}{10} \text{ с} = 0,04 \text{ с} + \frac{0,04}{10} \text{ с} \approx 0,04 \text{ с} + \frac{0,004}{10} \text{ с} \approx 0,04 \text{ с}$$

2 По второму закону Ньютона $\Sigma F = ma$
и тем же ускорением $a = a_0 = g$ (иногда)

~~по второму закону Ньютона $\Sigma F = ma$
и тем же ускорением $a = a_0 = g$ (иногда)~~

~~$$v(t) = (v_0 - u) - at \Rightarrow v_0 - u - at = 0 \Rightarrow t = \frac{v_0 - u}{a} = \frac{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}} - 0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,02 \text{ с}$$~~

~~$$S(t) = (v_0 - u)t - \frac{at^2}{2} = L$$~~

~~$$0,2 \cdot 0,2 - \frac{10}{2} \cdot 0,2^2 = (0,4 - 0,2) \text{ м} = L$$~~

~~$$L = 0,2 \text{ м}$$~~

3 Выводим $v(t)$

~~$$v(t) = -u - at \Rightarrow -u - at = 0 \Rightarrow t = \frac{-u}{a} = \frac{-0,2 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = -0,02 \text{ с}$$~~

~~$$t = \frac{0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} = 0,04 \text{ с}$$~~

Смотреть след. страницу

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

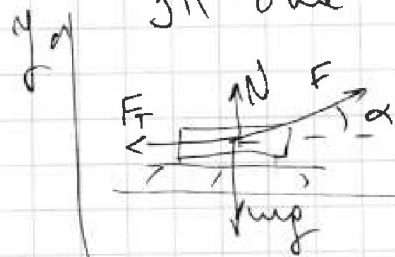
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

вз

3H One блок. cn. 1:

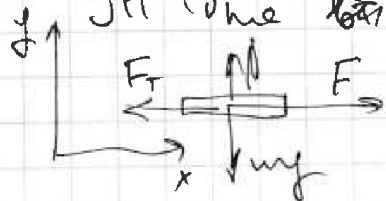


$$O_y: N - mg + F \sin \alpha = 0$$

$$O_x: -F_f + F \cos \alpha = ma_1$$

$$ma_1 = F \cos \alpha - \mu mg + \mu F \sin \alpha$$

3H One блок. cn. 2:



$$O_y: N - mg = 0$$

$$O_x: F - F_f = ma_2$$

$$ma_2 = F - \mu mg$$

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

$$ma_1 = ma_2$$

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

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

~~$$\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad \text{и } \mu = \frac{F \cos \alpha}{F \sin \alpha} \quad \text{верно}$$~~



~~$$O_x: -F_f = ma$$~~

~~$$O_y: N - mg = 0$$~~

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

~~$$v(t) = 0 = v_0 - \mu g t \Rightarrow t = T = \frac{v_0}{\mu g} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$~~

Р.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

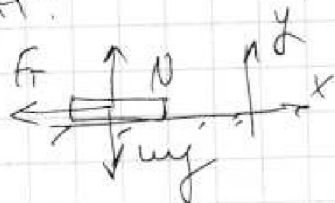
МФТИ

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

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

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

②34:



$$O_y: N - mg = 0$$

$$O_x: -F_T = ma$$

$$a = -\mu g$$

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

$$t = T = \frac{v_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

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

МФТИ

$$Q = C_p T$$

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

$$Q_{ij} = C_p T = C_p \Delta T_{ij}$$

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

$$A_{ij} = K \Delta T_{ij} \quad (\text{механика ж-тв})$$

$$\Delta A = K \Delta T$$

$$\nu R P dV = K (P dV + V dP)$$

$$(\nu R - K) P dV = K V dP$$

$$\frac{dP}{P} = \frac{\nu R - K}{K} \frac{dV}{V}$$

$$P V^{\frac{K - \nu R}{K}} = \text{const}$$

$$P_1 V_1^{\frac{K - \nu R}{K}} = P_2 V_2^{\frac{K - \nu R}{K}}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{K - \nu R}{K}} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^{-\frac{K - \nu R}{K}}$$

$$\text{3-й закон Ньютона:}$$

$$PV = \nu RT, \quad P_1 V_1 = \nu RT_1, \quad P_2 V_2 = \nu R \cdot 4T_1$$

$$P_3 V_3 = \nu R \sqrt{2} \cdot 2T_1$$

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

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

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

$$D_t = P dV + V dP \quad F - \mu mg = F \cos \alpha - \mu g + \mu F \sin \alpha$$

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

$$C_0 = C - R$$

$$C_0 - C_0 = R$$

$$P dV = k dT$$

$$P V = D R T$$

$$dT = P dV + V dP$$

$$P dV = D R (P dV + D R V dP)$$

$$P dV (1 - R) = R V dP$$

$$a \ln V = \ln D$$

$$\frac{0.6 \cdot 10.4}{2 \cdot 60} = \ln^a$$

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

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

$$\frac{0.6 \cdot 10.4}{2} = 0.2 \quad V = \frac{1}{2}$$

$$\frac{0.6 \cdot 10.4}{2} = 0.2 \quad \frac{1}{\sqrt{2}}$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

☐ 1

☐ 2

☐ 3

☒ 4

☐ 5

☐ 6

☐ 7

МФТИ

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

24

но 1 показу

$$① \quad C \stackrel{\text{def}}{=} \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} = C + \frac{A}{\Delta T}$$

$$A = C \cdot \Delta T - C \Delta T = 2R \cdot 3T_1 - \frac{3}{2} R \cdot 3T_1 = \\ = \frac{3}{2} R T_1$$

② т.к. $C_{ij} = \text{const}$, то $Q_{ij} = C_{ij} \Delta T$

Выводим, что в циклах: $1 \rightarrow 2$, $Q > 0$

в циклах: $2 \rightarrow 3$, $3 \rightarrow 1$, $Q < 0$

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

$$Q_+ = C_{12} \cdot \Delta T_{12} = 2R \cdot 3T_1$$

$$Q_- = \sum Q_{-i} = Q_{23} + Q_{31} = 3.5R(2\sqrt{2}T_1 - 4T_1) + 2.5R(4T_1 - 2\sqrt{2}T_1) = \\ = T_1 R \sqrt{2} - 2T_1 R + 2.5T_1 R + 5\sqrt{2}T_1 R = \frac{3}{2} \sqrt{2} T_1 R - 4\sqrt{2} T_1 R$$

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

$$\approx \frac{6\sqrt{2}RT_1 - 5.5RT_1}{6\sqrt{2}RT_1 - 5.5RT_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{6\sqrt{2} - 5.5}{6} = \frac{14.5}{6} = 1 - \sqrt{2} + \frac{5.5}{6} =$$

$$\approx -0.28 + 0.92 = 0.64$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☒	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$C = C_0 + \frac{\gamma A}{2T} = \text{const}$$

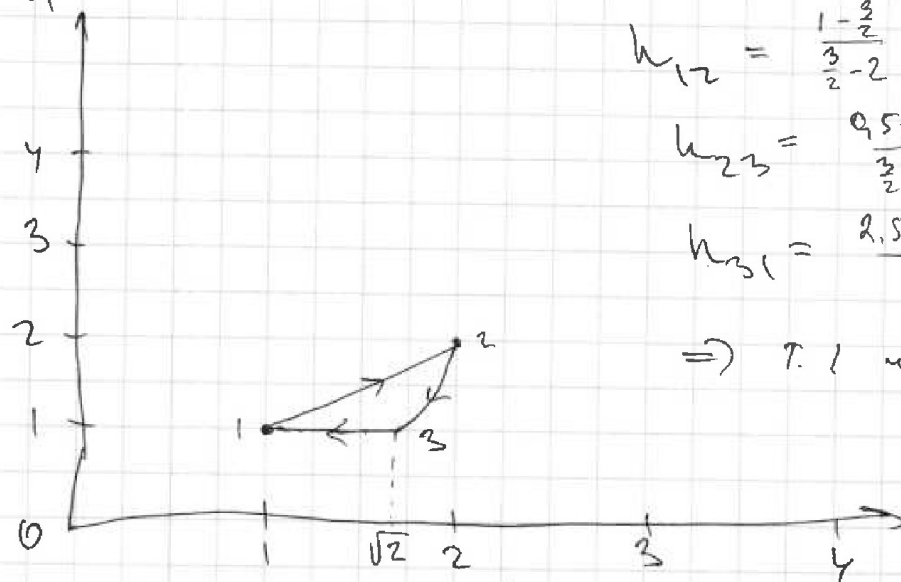
$$C = C_0 + \frac{R P dV}{P dV + V dP} \Rightarrow \frac{C - C_0}{C_0 - C} = \frac{P dV}{P dV + V dP}$$

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

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

$$\left| V \frac{C - C_0 - R}{C - C_0} = P \cdot k \right| \quad \frac{P}{V P_1} = \frac{V^k}{V_1^k}$$

$\frac{P}{P_1}$



$$k_{12} = \frac{1 - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - 2} = \frac{-0.5}{-0.5} = 1$$

$$k_{23} = \frac{0.5 - 1 - \frac{3}{2}}{\frac{3}{2} - 0.5} = \frac{-2}{1} = -2$$

$$k_{31} = \frac{2.5 - \frac{3}{2} - 1}{2.5 - \frac{3}{2}} = \frac{0}{1} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ т. 1 и 3 имеют
на $\frac{V}{V_1}$ элемент

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

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

Ответ: ① $A = \frac{3}{2} RT_1$

② $\eta = 0.64$

③ своб



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. Печать QR-кода недопустима!

МФТИ

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

$$L = v_x t$$

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

$$\begin{array}{r} 172 \\ 172 \\ \hline 344 \\ 1204 \\ 122 \\ \hline 15584 \end{array}$$

$$y = v_y t - \frac{gt^2}{2} = 0$$

$$t = \frac{2v_y}{g}$$

$$\begin{array}{r} 172 \\ 172 \\ \hline 344 \\ 1204 \\ 122 \\ \hline 15584 \end{array}$$

$$v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} = y$$

$$v_0 \cos \alpha t = S$$

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

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

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

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

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

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

$$\tan^2 \alpha + 1 =$$

$$\begin{array}{r} 624 \\ 546 \\ \hline 6084 \end{array}$$

$$\frac{0.78}{30} =$$

$$\frac{78}{30 \cdot 100} = \frac{0.1}{6}$$

$$\begin{array}{r} 7.8 \\ 6 \overline{) 2.6} \end{array}$$

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

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

$$\frac{10}{4.6} \quad \frac{10}{6}$$

$$\frac{78}{3} \cdot \frac{1}{1000} = \frac{26}{1000}$$

$$A = \int P dx$$

μN

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

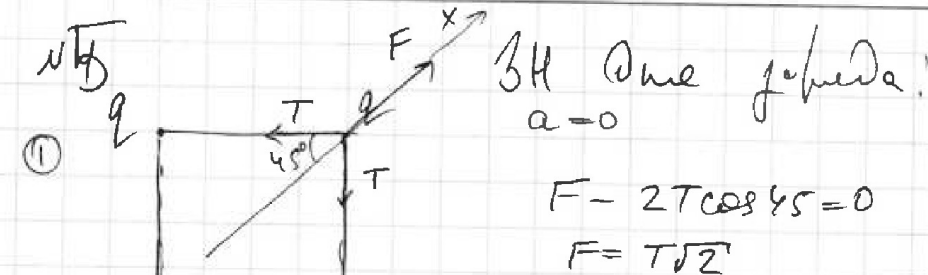
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

МФТИ

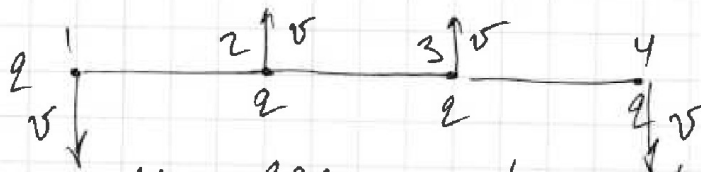
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



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

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

② Из равномерной скорости крайних будут двигаться (Рисунок)



из ЗСН скорости средних тоже будут равны, итого: $E_n + E_k = E_n' + E_k'$

$$E_n = E_n' + E_k'$$

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

$$E_n' = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{b} = \left(2 + \frac{1}{2} \right) \frac{kq^2}{b} = \frac{5}{2} \frac{kq^2}{b}$$

$$E_n' = E_{12} + E_{13} + E_{14} + E_{23} + E_{24} = \frac{kq^2}{b} \left(1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + 1 + \frac{1}{2} \right) = \frac{10}{3} \frac{kq^2}{b}$$

$$E_k' = 2\omega v^2$$



На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☒	☐	☐

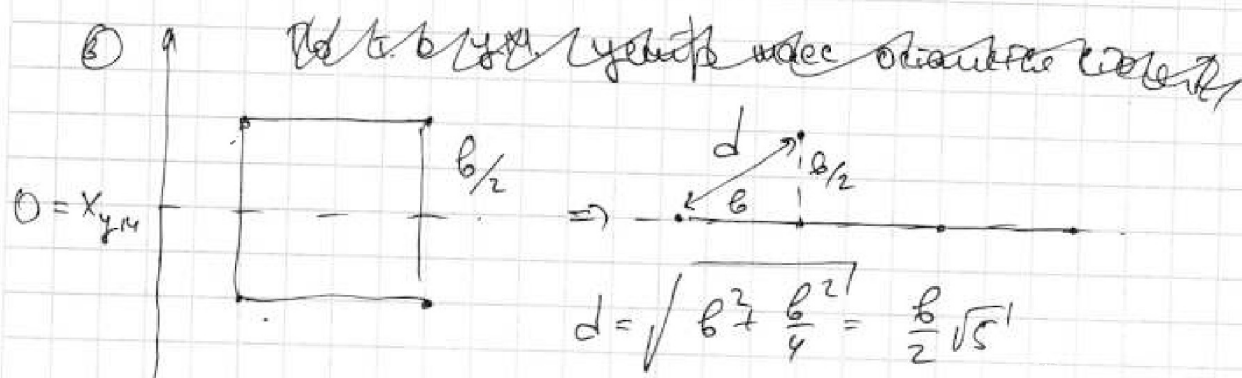
МФТИ

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

$$\left(\frac{4kq^2}{b} + \frac{2}{\sqrt{2}} \right) \frac{kq^2}{b} = \frac{10}{3} \frac{kq^2}{b} + 2\mu v^2$$

$$v^2 = \frac{kq^2}{\mu b} \left(2 + \frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{5}{3} \right) = \frac{kq^2}{\mu b} \left(\frac{6\sqrt{2} + 3 - 5\sqrt{2}}{3\sqrt{2}} \right) =$$

$$= \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}} \frac{kq^2}{\mu b} \Rightarrow v = q \sqrt{\frac{k}{\mu b} \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}}}$$



На у.м. центр не был отмечен,
потому его СК-П не принималась,
а она была равна 0.

Ответ:

- ① $T = \frac{5}{2\sqrt{2}} \frac{kq^2}{b}$
- ② $v = q \sqrt{\frac{k}{\mu b} \frac{\sqrt{2} + 3}{3\sqrt{2}}}$
- 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

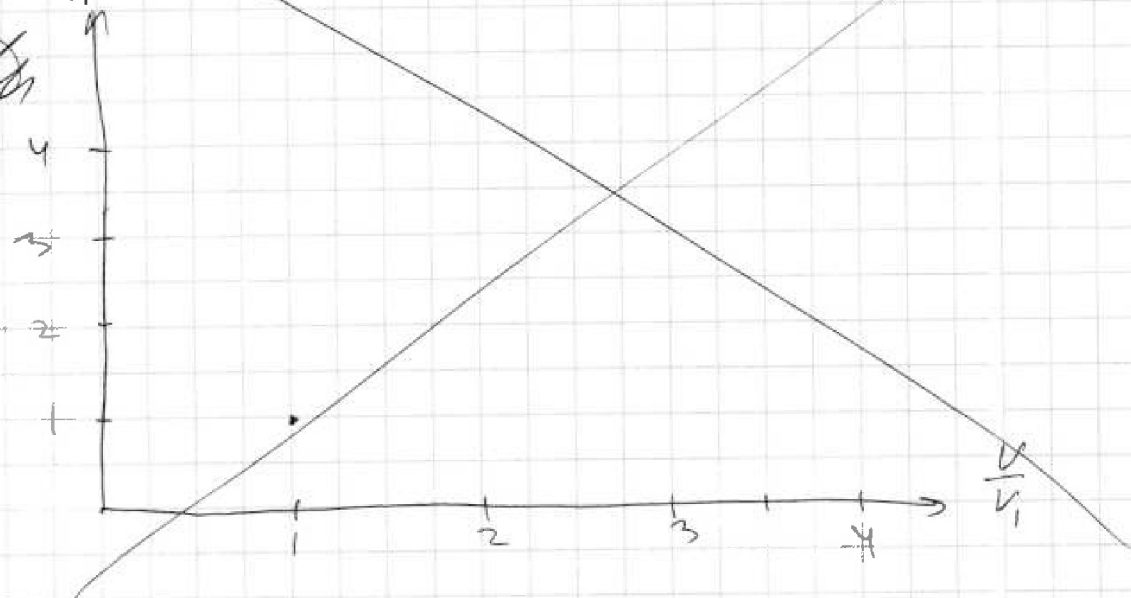
МФТИ

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



$$\frac{P_i V_i}{D_i V_i} = \frac{T_i}{T_1} \Rightarrow \frac{P_i}{P_1} = \frac{T_i}{T_1} \frac{1}{\frac{V_i}{V_1}} \quad \text{— зависит от } \frac{V_i}{V_1}$$

24





На одной странице можно оформлять только одну задачу.

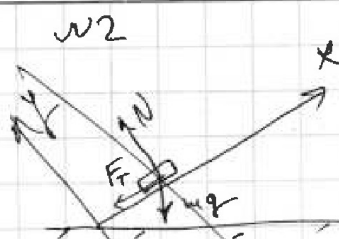
Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:



МФТИ

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



3-й блок коробки:

$$O_y: -mg \cos \alpha + N = 0$$

$$O_x: -F_{тр} - mg \sin \alpha = a \cdot m$$

$$O_x: \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha = -ma$$

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

3-й блок:

$$v(t) \in v_0, S(t) = v_0 t + \frac{a t^2}{2} \text{ (с учетом знака)}$$

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

решим 3-й блок $S = 1 \text{ м}$, $v_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, $\mu = \frac{1}{3}$, $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

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

$$1 = 4T - 5 \left(\frac{1}{3} \cdot 0,6 + 0,8 \right) T^2 \text{ (получим уравнение)}$$

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