



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.

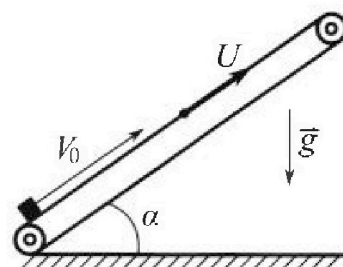
1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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.

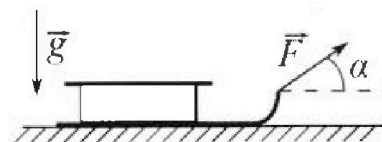
В первом случае санки тянут, действуя постоянной по модулю силой, направленной под углом α к горизонту (см. рис.).

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.

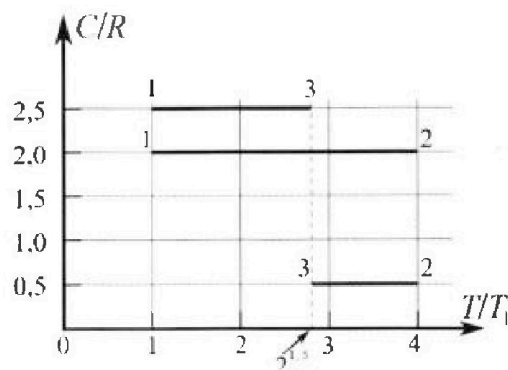


Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-01

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

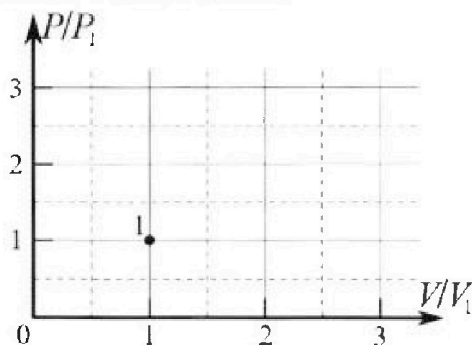
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной R) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1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



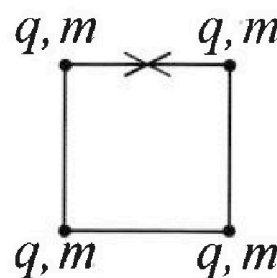
5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной b (см. рис.). Масса каждого шарика m , заряд q .

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!



Дано:
 $g = 10 \frac{м}{с^2}$
 $T = 2 с$

1) $V_0 = ?$

2) $S = 20 м$

Решение

$$1) H = \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{V_0^2}{2g}$$

$$H = V_0 T - \frac{g T^2}{2}$$

$$\frac{V_0^2}{2g} = V_0 T - \frac{g T^2}{2}$$

$$V_0 T = \frac{V_0^2}{2g} + \frac{g T^2}{2}$$

$$V = V_0 - g t$$

$$V_0 = V + g t = 0 + g T =$$

$$= 10 \frac{м}{с^2} \cdot 2 с = 20 \frac{м}{с}$$



$$a = \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases} \quad \begin{cases} V_{0x} = V_0 \cos \alpha \\ V_{0y} = V_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_x = V_0 \cos \alpha \\ V_y = V_0 \sin \alpha - g t \end{cases}$$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☒	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$S = V_0 \cos \alpha \cdot T \quad ; \quad T - \text{время до столкновения с землей}$$
$$T = \frac{S}{V_0 \cos \alpha}$$

$$h(t) = V_0 \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$h(T) = V_0 \sin \alpha \cdot T - \frac{gT^2}{2} = V_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g}{2} \cdot \frac{S^2}{V_0^2 \cos^2 \alpha} =$$
$$S \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$= S \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2} \cdot (\operatorname{tg}^2 \alpha + 1) =$$

направляем
ветер в нуль

$$= -\frac{gS^2}{2V_0^2} \operatorname{tg}^2 \alpha + S \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{gS^2}{2V_0^2}$$

$$h'(\operatorname{tg} \alpha) = -\frac{gS^2}{V_0^2} \cdot \operatorname{tg} \alpha + S$$

$$\frac{gS^2}{V_0^2} \operatorname{tg} \alpha = S \quad ; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{SV_0^2}{gS^2} = \frac{V_0^2}{gS}$$



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!

$$h_{max} = \frac{(20 \frac{м}{с})^2}{10 \frac{м}{с^2} \cdot 2} = 2$$

$$h_{max} = - \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot (20 \frac{м}{с})^2}{2 \cdot (20 \frac{м}{с})^2} \cdot 2^2 + 20 \frac{м}{с} \cdot 2 - \frac{10 \frac{м}{с^2} \cdot (20 \frac{м}{с})^2}{2 \cdot (20 \frac{м}{с})^2} = 15 \text{ м}$$

Ответ: 1) $v_0 = 20 \frac{м}{с}$
2) $h_{max} = 15 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



= выражение под корнем < 0
проверим: $S_{max} = \frac{V_0^2}{2a} = \frac{a^2}{2 \cdot 10} = 0,8 \text{ м}$

переход не произошел
мощи не было

2) $V = (V_0 - U) - at_2$
($V_{минимально}$ $гравирующая$) $V = V_{мин} + U$

$(V_0 - U) - at_2 + U = U$

$t_2 = \frac{V_0 - U}{a} = \frac{V_0 - U}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}$

$L = Vt_2 + (V_0 - U)t_2 - \frac{gt_2^2}{2} =$

$= V_0 \cdot \frac{(V_0 - U)}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} - \frac{g}{2} \cdot \frac{(V_0 - U)^2}{g^2(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2}$

$= \frac{2V_0(V_0 - U) - (V_0 - U)^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2}$

$= \frac{2V_0(V_0 - U)(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2} - \frac{(V_0 - U)^2}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2}$

$= \frac{(V_0 - U)(2V_0(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) - V_0 + U)}{2g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)^2}$

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!



Дано:

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

$$V_0 = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\mu = \frac{1}{3}$$

$$1) \quad s = 1 \text{ м}$$

$$T = ?$$

$$2) \quad V = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

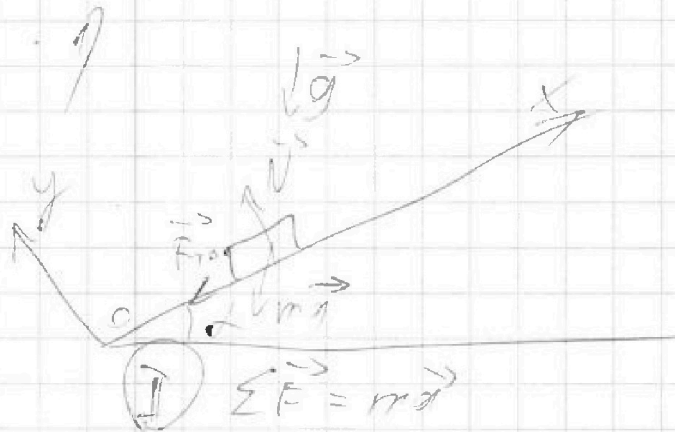
$$V = V = 2 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$L = ?$$

$$3) \quad V = 0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$H = ?$$

Решение:



$$\text{по } OX: -ma = -F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha$$

$$\text{по } OY: N - mg \cos \alpha = 0$$

$$N = mg \cos \alpha$$

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

$$= mg (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

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

$$s = V_0 T - \frac{a T^2}{2}$$

$$\frac{a}{2} T^2 - V_0 T + s = 0$$

$$D = V_0^2 - 2as$$

$$T > 0; \quad T = \frac{V_0 + \sqrt{V_0^2 - 2as}}{a} =$$

$$= \frac{V_0 + \sqrt{V_0^2 - 2s g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}}{g (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} =$$

$$= \frac{4 + \sqrt{16 - 2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot (0,8 + 0,6 \cdot \frac{1}{3})}}{10 \cdot (0,8 + 0,6 \cdot \frac{1}{3})} =$$

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. Поря QR-кода недопустима!

$$= \frac{(4-2)(2-4-1-4+2)}{2 \cdot 10 \cdot 1^2} - \frac{2 \cdot 6}{20} = 0,6 \text{ м}$$

$$3) (V_0 - V) - a t_3 + V = 0$$
$$t_3 = \frac{V_0}{a} - \frac{V_0}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{4}{10} = 0,4 \text{ с}$$

$$H = S_3 \cdot \sin \alpha$$

$$S_3 = V t_3 + (V_0 - V) t_3 - \frac{g t_3^2}{2} =$$
$$= 4 \cdot 0,4 - \frac{10}{2} \cdot 0,4^2 = 0,8 \text{ м}$$

$$H = 0,8 \cdot 0,8 = 0,64 \text{ м}$$

Ответ: 1) $T = \varnothing$ каретки не движутся
2) $L = 0,6 \text{ м}$
3) $H = 0,64 \text{ м}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

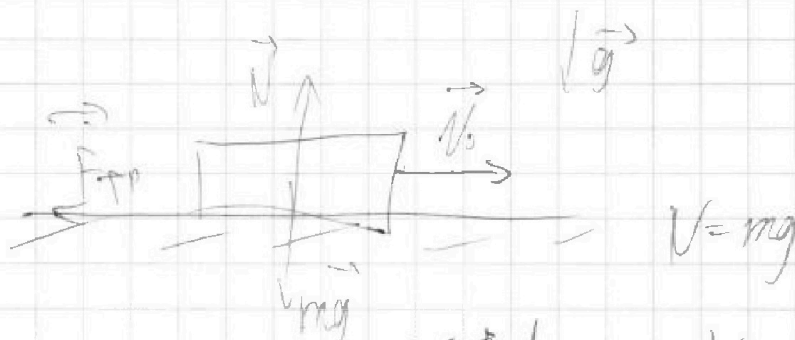
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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



2)



$$ma = -\cancel{\mu mg \cos \alpha} = -\mu N = -\mu mg$$

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

$$v_0 + aT = 0$$

$$\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} gT = v_0$$

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

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

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

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!



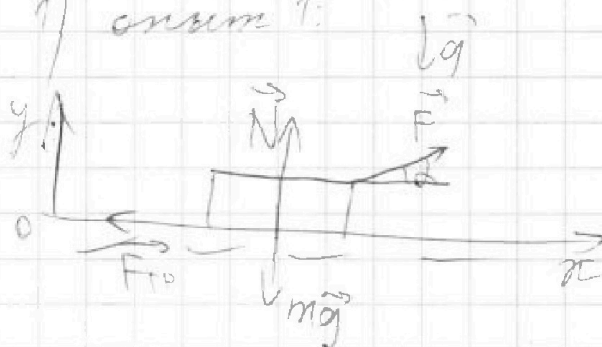
Дано:
 g, μ, V_0
 $t_1 = t_2$

1) $\mu = ?$

2) $T = ?$

Решение:

1) состав 1:



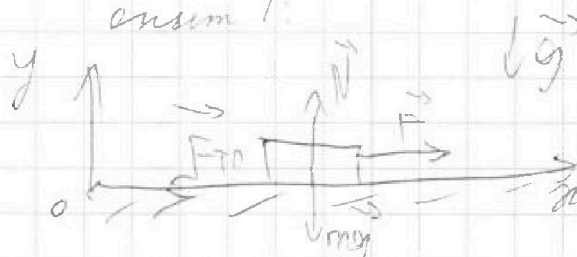
$$Ox: F \cos \alpha - F_{\text{тр}} = m a_1$$

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

$$N = mg - F \sin \alpha$$

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

состав 2:



$$Ox: F - F_{\text{тр}} = m a_2$$

$$Oy: N - mg = 0$$

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

$$t_1 = t_2 \Rightarrow a_1 = a_2$$

$$F \cos \alpha - \cancel{\mu mg} + \mu F \sin \alpha = F - \cancel{\mu mg}$$

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

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

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!



Дано:

$$T_1 = 400 \text{ K}$$

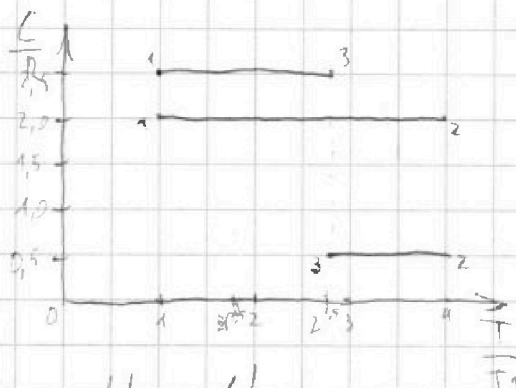
$$R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$$

$$i = 3$$

$$j = 1 \text{ моль}$$

1) $A_{12} = ?$

2) $\eta = ?$



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

$$\Delta U = \frac{i}{2} j R \Delta T = \frac{3}{2} j R \Delta T$$

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} = \frac{3}{2} R + \frac{A'}{j \Delta T}$$

$$1-2: Q_{12} = \frac{3}{2} j R \cdot 3T_1 + A'_{12}$$

$$\frac{3}{2} R + \frac{A'_{12}}{3T_1} = 2R$$

$$\frac{A'_{12}}{3T_1} = \frac{R}{2}$$

$$A'_{12} = \frac{3}{2} j R T_1 = \frac{3}{2} \cdot 8,31 \cdot 400 = 4986 \text{ Дж}$$

2) $\eta = \frac{A'}{|Q_H|}$

найдем $|Q_H|$:

$$\begin{aligned} |Q_H| &= Q_{12} = \Delta U_{12} + A'_{12} = C_{12} j \Delta T_{12} = \\ &= 2 \cdot R \cdot j \cdot 3T_1 = 6 j R T_1 \end{aligned}$$

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!



$$A_{12} = u_{12} R$$

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = J_{23} - C_{23} \Delta T_{23} =$$

$$= -0,5 R J_{23} (4 - 2\sqrt{2}) = -\sqrt{2} T_1 (2 - \sqrt{2})$$

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

$$A_{23} = Q_{23} - \Delta U_{23} = 2 \sqrt{2} T_1 (2 - \sqrt{2})$$

$$3-1: Q_{31} = C_{31} \Delta T_{31} = -\frac{5}{2} \sqrt{2} T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$\Delta U_{31} = -\frac{3}{2} \sqrt{2} T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

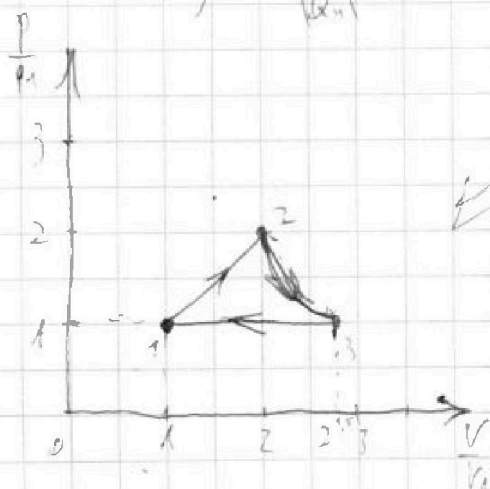
$$A_{31} = Q_{31} - \Delta U_{31} = -\sqrt{2} T_1 (2\sqrt{2} - 1)$$

$$A' = \frac{3}{2} \sqrt{2} T_1 + 2 \sqrt{2} T_1 (2 - \sqrt{2}) - \sqrt{2} T_1 (2\sqrt{2} - 1) =$$

$$= \sqrt{2} T_1 \left(\frac{3}{2} + 4 - 2\sqrt{2} - 2\sqrt{2} + 1 \right) =$$

$$= \sqrt{2} T_1 \cdot \left(\frac{13}{2} - 4\sqrt{2} \right) = \sqrt{2} T_1 \left(\frac{13 - 8\sqrt{2}}{2} \right)$$

$$\eta = \frac{A'}{Q_{12}} = \frac{\sqrt{2} T_1 \left(\frac{13 - 8\sqrt{2}}{2} \right)}{0,5 \sqrt{2} T_1} = \frac{13 - 8\sqrt{2}}{12} \approx 0,15$$



$$3) C_{31} = C_p = \frac{5}{2} R$$

2-1. изобары

$$T_2 = 4T_1 \Rightarrow p_2 V_2 = 4 p_1 V_1$$

$$2-2 = 4, p_2 = 2p_1, V_2 = 2V_1$$

$$1) A_{12} = 4956 \text{ Дж}$$

$$2) \eta \approx 0,15$$

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!

Дано:
 m, q, b, k

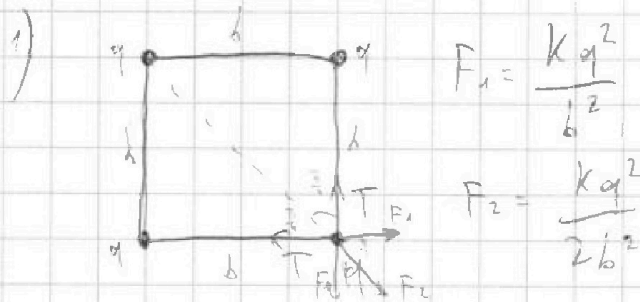
Решение

1) $T = ?$

2) $V = ?$

3) $d = ?$

Решение

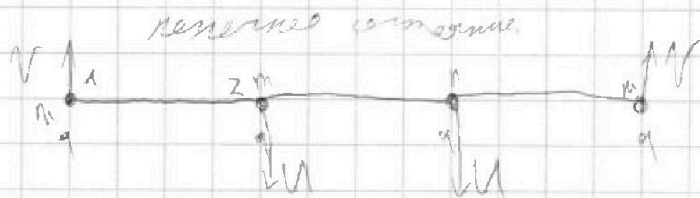


$$2T \cos \frac{\pi}{4} = F_2 + 2F_1 \cos \frac{\pi}{4}$$

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

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

2)



$$3LU: 0 = mV + mV - mU - mU$$

$$V = U$$

$$K = 4 \cdot \left(\frac{mV^2}{2} \right) = 2mV^2$$

рассчитана потенциальная энергия в начале и в конце:

в начале: $W_1 = 4 \cdot \left(\frac{kq^2}{b\sqrt{2}} + \frac{2kq^2}{b} \right) = \frac{kq^2}{b} \cdot (8+2\sqrt{2})$

в конце: $W_2 = 2E_1 + 2E_2$

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!

$$E_1 = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} + \frac{kq^2}{3b} = \frac{6kq^2 + 3kq^2 + 2kq^2}{6b} = \frac{11kq^2}{6b}$$

$$E_2 = \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} = \frac{2kq^2}{b} + \frac{kq^2}{2b} =$$

$$= \frac{5kq^2}{2b}$$

$$W_2 = \left(\frac{11}{3} + 5 \right) \frac{kq^2}{b} = \frac{26kq^2}{3b}$$

$$W_1 = W_2 + K$$

$$K = W_1 - W_2 = \frac{kq^2}{b} \cdot (8 + 2\sqrt{2}) - \frac{kq^2}{b} \cdot \frac{26}{3} =$$

$$= \frac{kq^2}{b} \cdot \left(\frac{24 + 8\sqrt{2} - 26}{3} \right) = \frac{kq^2}{b} \cdot \frac{-2 + 8\sqrt{2}}{3}$$

$$2mV^2 = \frac{kq^2(8\sqrt{2} - 2)}{3b}$$

$$V^2 = \frac{kq^2(8\sqrt{2} - 2)}{3b \cdot 2m} = \frac{kq^2 \cdot (3\sqrt{2} - 1)}{3mb}$$

$$V = \sqrt{\frac{kq^2(3\sqrt{2} - 1)}{3mb}}$$

3) центр масс не сместился, т.к. система замкнутая





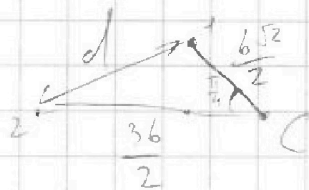
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



по Т. косинусов.

$$\begin{aligned}d^2 &= \left(\frac{b\sqrt{2}}{2}\right)^2 + \left(\frac{3b}{2}\right)^2 - 2 \cdot \frac{3b}{2} \cdot \frac{b\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \\&= \frac{b^2}{2} + \frac{9b^2}{4} - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot b^2 = \\&= \frac{b^2}{2} + \frac{9b^2}{4} - \frac{3b^2}{2} = \\&= \frac{2b^2}{4} - \frac{b^2}{4} + \frac{9b^2}{4} = \\&= \frac{5b^2}{4}\end{aligned}$$

$$d = \frac{b\sqrt{5}}{2}$$

Ответ. 1) $T = \frac{kq^2}{b^2} \cdot \frac{4+\sqrt{2}}{4}$

2) $V = \sqrt{\frac{kq^2(3\sqrt{2}-1)}{3mb}}$

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



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

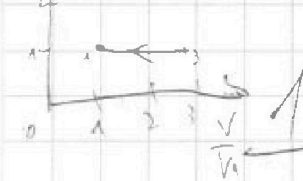
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

P_1
2



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

$$C_p = \frac{5}{2} R$$

$$pV_{12} = \frac{9}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$C_v = \frac{3}{2} R$$

$$40 - 20 - 5 = 15$$

$$\frac{V_0^2}{20} = \frac{9}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$u \neq 5$$

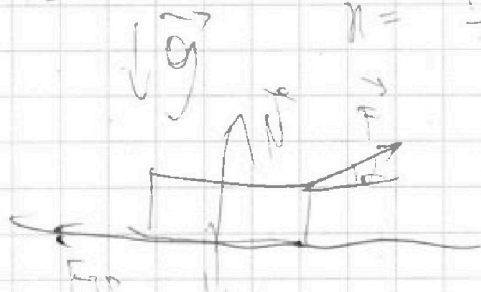
$$\frac{14}{1.12}$$

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

$$D = 16 + 20 = 36$$

$$n = \frac{4 + 6}{10} = 1$$

$$8 \cdot 1.4 = 11.2$$



$$2 \cdot 2^{\frac{5}{3}} = 2 \cdot 2 \cdot 2^{\frac{2}{3}} = 4 \cdot 2^{\frac{2}{3}}$$

$$13 - 11.2 = 1.8$$

$$N = mg - F \sin \alpha$$

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

$$1 \cdot 2^{\frac{2}{3}}$$

$$mg = F - \mu mg$$

$$\frac{1.6}{1.2} = \frac{1.8}{1.2} = \frac{6}{40} = \frac{3}{20} = 0.15$$

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

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

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

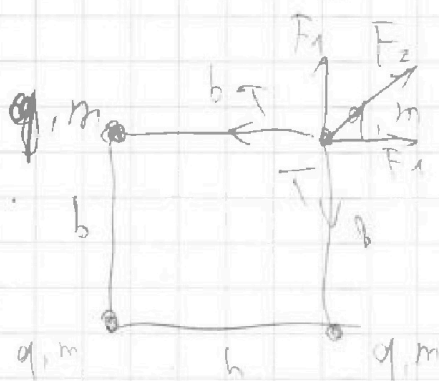
МФТИ

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



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

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



$$F_1 = \frac{kq^2}{b^2}$$

$$F_2 = \frac{kq^2}{2b^2}$$

$$2T \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 2F_1 \frac{\sqrt{2}}{2} + F_2$$

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

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

$$\varphi = \frac{kq}{b} + \frac{kq}{b} + \frac{kq}{b\sqrt{2}} =$$

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

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

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

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

$$T = \frac{kq^2}{b^2} +$$

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

$$\Sigma E = \frac{kq^2}{b} \cdot (8 + 2\sqrt{2})$$



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!

Черновик



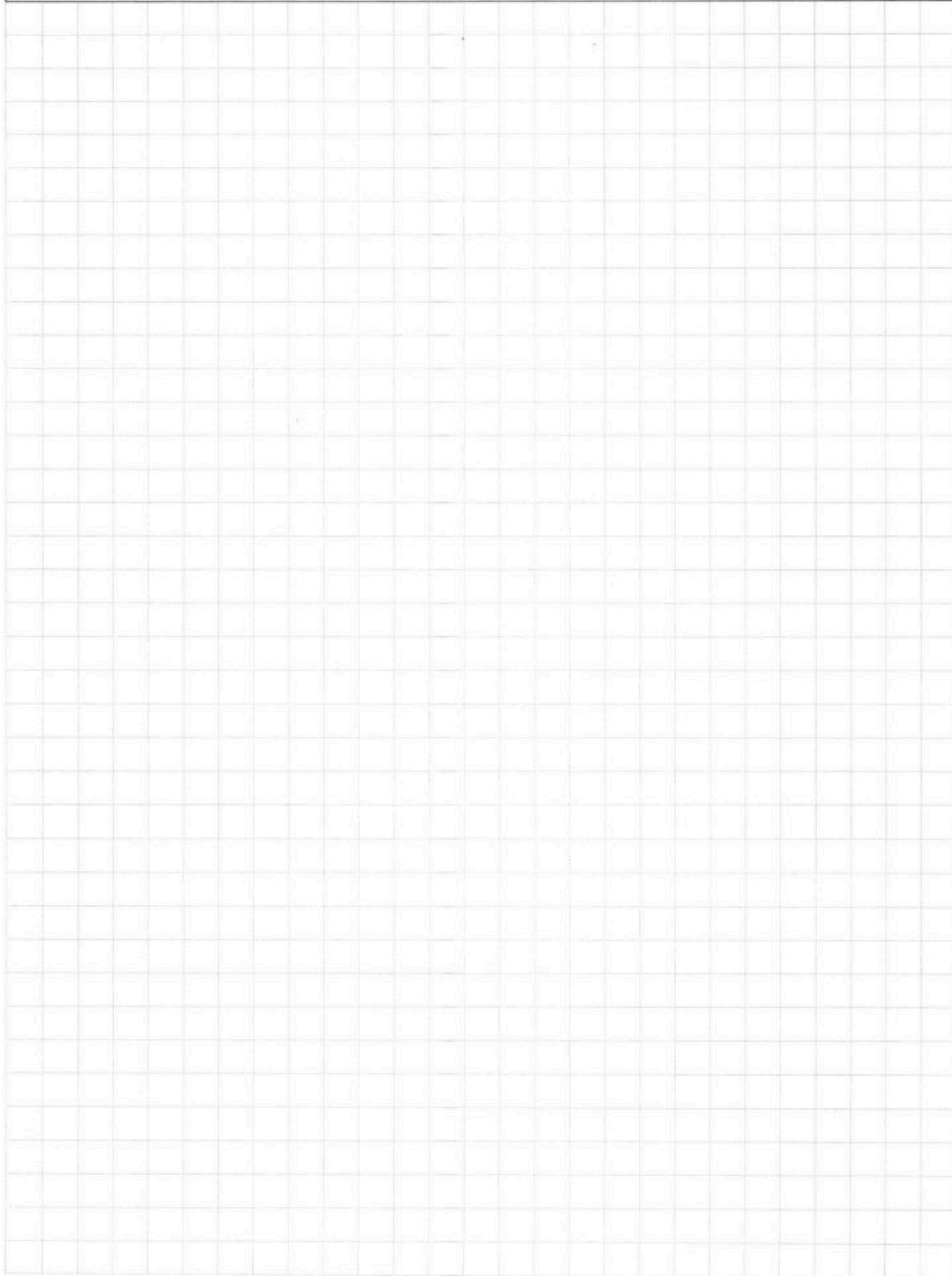
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!





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!

