

Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

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



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

1) Найдите начальную скорость V_0 мяча.

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

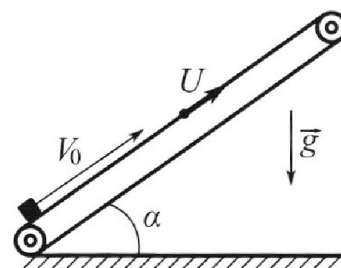
2) На каком расстоянии S от точки старта находится стенка?

Ускорение св ободного падения $g = 10$ м/с². Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

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

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

Движение коробки прямолинейное.



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

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

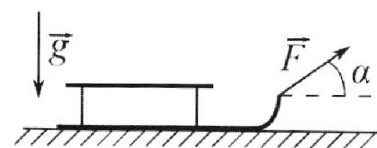
2) Через какое время T_1 после старта скорость коробки во втором опыте будет равна $U = 1$ м/с?

3) На каком расстоянии L от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? 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 кинетической энергии K на одинаковых участках пути.

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 кинетической энергии K действие внешней силы прекращается.



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

2) Найдите перемещение S санок в процессе торможения до остановки. Ускорение свободного падения g . Санки находятся на горизонтальной поверхности. Движение санок прямолинейное.



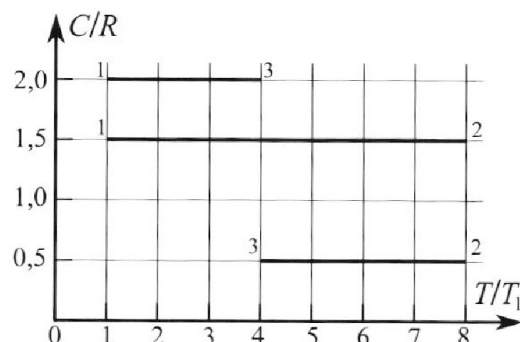
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 10-02

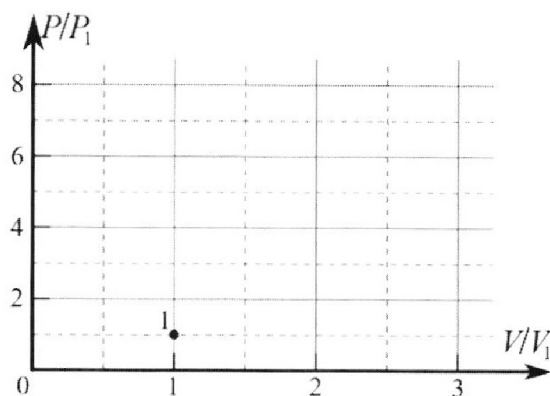
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости C газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3, 3-1 (см. рис.). Температура газа в состоянии 1 равна $T_1 = 200$ К, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/(моль·К).

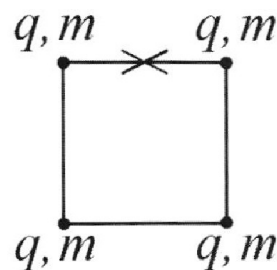


- 1) Найдите работу A_{31} внешних сил над газом в процессе 3-1.
- 2) Найдите КПД η цикла.
- 3) Постройте график цикла в координатах $(P/P_1, V/V_1)$, где P_1 и V_1 давление и объём в состоянии 1. Для построения графика перенесите шаблон (см. ниже) в чистовик своей работы. Точка 1 на графике соответствует состоянию 1 газа в цикле.



5. Четыре заряженных шарика связаны легкими нерастяжимыми нитями так, что шарики находятся в вершинах квадрата со стороной a (см. рис.). Сила натяжения каждой нити T .

- 1) Найдите абсолютную величину $|q|$ заряда каждого шарика. Одну нить пережигают.
- 2) Найдите кинетическую энергию K любого, выбранного Вами шарика, в тот момент, когда шарики будут находиться на одной прямой.
- 3) На каком расстоянии d от точки старта будет находиться в этот момент любой из двух шариков, изначально расположенных сверху (на рисунке)? Электрическая постоянная ϵ_0 . 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!

$$v_0 \sin \beta t - \frac{gt^2}{2} = H$$

$$\frac{v_0 \sin \beta \cdot v_0 \sin \beta}{g} - \frac{g v_0^2 \sin^2 \beta}{2g^2} = H$$

$$\frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H$$

$$\left\{ \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \right.$$

$$\left. v_0 \cos \beta \cdot \frac{v_0 \sin \beta}{g} = S \right\}$$

$$\Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \frac{v_0^2 \sin^2 \beta}{2g} = H \quad (1) \\ \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{2g} = S \quad (2) \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow (2):(1): \frac{S}{H} = \frac{\sin 2\beta}{\sin^2 \beta} \Rightarrow S = \frac{\sin 2\beta}{\sin^2 \beta} H$$

$$\text{из (1): } \sin^2 \beta = \frac{2gH}{v_0^2} \Rightarrow \sin \beta = \sqrt{\frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{2gH}}{v_0}$$

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \frac{2gH}{v_0^2}} = \frac{\sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0}, \text{ т.к. } \beta \in [0; 90^\circ]$$

$$\sin 2\beta = 2 \sin \beta \cos \beta = 2 \frac{\sqrt{2gH} \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0^2}$$

$$S = \frac{2 \cdot \frac{\sqrt{2gH} \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0^2}}{\frac{\sqrt{2gH}}{v_0}} H = \frac{2 \sqrt{v_0^2 - 2gH}}{v_0} H =$$

$$= \frac{2 \cdot \sqrt{200 (\mu/c)^2 - 2 \cdot 10 \mu/c^2 \cdot 3,6 \mu}}{10\sqrt{2} \mu/c} \cdot 3,6 \mu = \frac{2\sqrt{128}}{10\sqrt{2}} \cdot 3,6 \mu =$$

$$= \frac{16}{10} \cdot 3,6 \mu = 5,76 \mu$$

Ответ: 1) $10\sqrt{2} \mu/c$; 2) $5,76 \mu$

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:

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

$$v_0 = 6 \text{ м/с}$$

$$\mu = 0,5$$

1) S - ?, см

$$T = 1 \text{ с}$$

2) t_1 - ?, см

$$V = 1 \text{ м/с}$$

3) L - ?

$$V_1 = 0,4 \text{ с}$$



$$1) V = 0 \text{ м/с} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$ По II-му закону Ньютона:

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

$$x: -mg \sin \alpha + F_{\text{тр}} = ma_x \Rightarrow a_x = \frac{F_{\text{тр}} - mg \sin \alpha}{m} = \frac{\mu N - mg \sin \alpha}{m}$$

$$y: mg \cos \alpha = N$$

$$-mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = ma_x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow a_x = -g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) \Rightarrow \text{вдоль оси}$$

прямой оси x (или y) $\Rightarrow a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

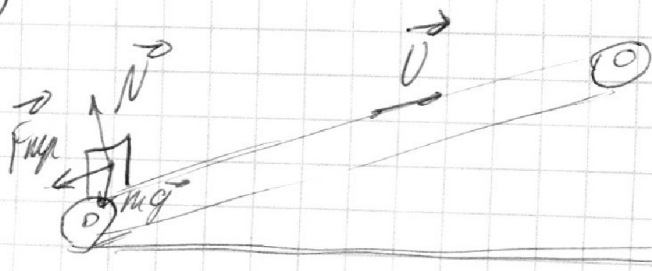
Рассмотрим движение тела по оси x :
($v_y = 0$) (одномерное движение)

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

$$= 6 \text{ м/с} \cdot 1 \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 \cdot (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1 \text{ с}^2}{2} =$$

$$= 6 \text{ м} - 5 \text{ м} = 1 \text{ м}$$

2)



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

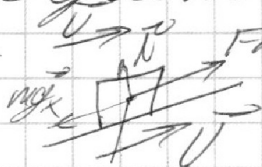
1	2	3	4	5	6	7
☐	☒	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Исслед. движение. тело движ. равномерно.
На тело действует единственное по силе
тело движ. с ускор. $a = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

по направлению движения до того момента
пока $v_{max} = v$, т.к. тогда нулевой
потеря и тело движется вместе
и сила трения не даёт телу скользить
вниз и сила трения $\vec{F}_{тр} = \mu \vec{N}$
направлена вверх по склону.



$$\{ v_0 - g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t_1 = v$$

$$v_{max} = v_{maxx} + v_{maxy} \rightarrow v_{max} = v_{maxx} = v$$

$$t_1 = \frac{v_0 - v}{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)} = \frac{6 \text{ м/с} - 1 \text{ м/с}}{10 \text{ м/с}^2 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8)} = \frac{1}{2} \text{ с}$$

3) Когда $v_{max} = v$, сила трения
напр., т.к. сила трения направлена по
направлению движения. В противном случае
тело скользит.

по ОХ:

Найдём какое расстояние тело пройдёт
до остановки:

$$Ox: S_1 = (v_0 + v) t - \frac{g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha) t^2}{2}$$

$$v_0 = 0, t = t_1 = \frac{1}{2} \text{ с} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow S_1 = (6 \text{ м/с} + 1 \text{ м/с}) \cdot \frac{1}{2} \text{ с} - \frac{10 \text{ м/с}^2 (0,6 + 0,5 \cdot 0,8) \cdot 1 \text{ с}^2}{2 \cdot 0,4} =$$

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!

$$= \left(\frac{7}{2} - \frac{10}{8} \right) \mu = \left(\frac{7}{2} - \frac{5}{4} \right) \mu = \frac{5}{4} \mu \quad \frac{9}{4} \mu$$

Изобразим сил. проекции:

по z -ку криволинейно:

$$Ox: -mg \sin \alpha + \mu N = m a_{x1}$$

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

$$-mg \sin \alpha + \mu mg \cos \alpha = m a_{x1}$$

$$a_{x1} \uparrow \Rightarrow \text{сл.} = mg (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

если $\sin \alpha \leq \mu \cos \alpha$, то функция $\Rightarrow$

остановится само. $0,6 \vee 0,5 \cdot 0,8$

$0,6 > 0,4 \Rightarrow$ не остановится. вопрос

Найдем скорость по формуле
энерг. проекции. $U = \frac{1}{2} m v^2$

найдем работу $E_{\text{спр.}}$

$$\text{спр.} = 0 \Rightarrow U_{\text{спр.}} = \frac{1}{2} m v^2 - U_0 \Rightarrow$$

т.к. $U_{\text{спр.}} = U_{\text{спр.}} \Rightarrow \text{спр.}$

$\Rightarrow$ спр. неадекватно в 0.

$$x: \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v^2 - U_0$$

$$x: U - (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) m g = -U \Rightarrow 2U = (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) m g$$



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!

$$t = \frac{2V}{-(\mu \cos \alpha - \sin \alpha) \cdot 10 \mu / c^2} = \frac{2 \cdot 1 \mu / c}{(0,5 \cdot 0,8 - 0,6) \cdot 10 \mu / c^2} = 100 = 100 \text{ нс} = 10^{-8} \text{ с}$$

$$X: S_2 = \frac{2Vt + (\mu \cos \alpha - \sin \alpha) t^2}{2} =$$

$$= \frac{2 \cdot 1 \mu / c \cdot 10^{-8} + (0,5 \cdot 0,8 - 0,6) \cdot (10^{-8})^2 \cdot 10 \mu / c^2}{2} =$$

$$= 2 \mu = \frac{0,2 \cdot 10}{2} \mu = 1 \mu$$

$$L = S_1 - S_2 = \frac{9}{4} \mu - 1 \mu = \frac{5}{4} \mu = 1,25 \mu$$

Ответ: 1) 1μ ; 2) 10^{-8} с ; 3) $1,25 \mu$

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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

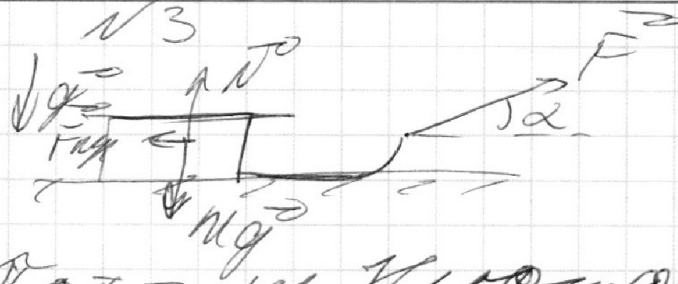
1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☒	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

Дано:
 $k; F; \mu$

1) μ — ?
2) S — ?



I) По 3-му закону Ньютона:

$$\vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{упр}} + \vec{F} = m\vec{a}$$

$$Ox: F \cos \alpha - \mu N = m a_x$$

$$Oy: N + F \sin \alpha = mg \Rightarrow$$

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

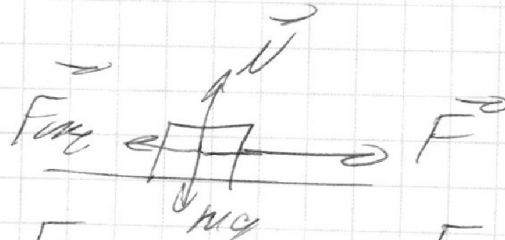
$$F \cos \alpha - \mu (mg - F \sin \alpha) = m a_x$$

$$\text{По 3C: } \frac{m v^2}{2} + F \cos \alpha \cdot l - \mu N l = \frac{m v^2}{2} + K$$

$$l(F \cos \alpha - \mu N) = K$$

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

II)



$$N = mg; F \cos \alpha - \mu mg = m a_x$$

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!

$$F - \mu mg l = K$$

$$l(F - \mu mg) = K \quad (2) \quad (l(1) = l(2) \text{ по (1)})$$

l - процесс: проекция силы
на направление движения F, по формуле

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

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

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

2) По 3C: (нормирование)

$$K - \mu mg S = 0 \quad (T \neq \Delta \Pi = 0)$$

$$F_{\text{среш}} = 0 \Rightarrow mg = N; \quad v_K = 0 \Rightarrow t_K = 0$$

$$K = \mu mg S \Rightarrow S = \frac{K}{\mu mg}$$

$$\frac{mv_K^2}{2} = K \Rightarrow \frac{mv_K^2}{2} = \mu mg S \quad \text{где } v_K - \text{скор. срыва на вращении}$$

$$v_K - \text{скор. срыва на вращении} \Rightarrow v_K^2 = 2\mu g S$$

по формуле:

$$\frac{v_K^2}{2a_{x1}} = l \Rightarrow v_K^2 = 2a_{x1} l$$

Ответ: 1) $\mu = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha}$; $S = \frac{K}{\mu mg}$

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: $i=3$
 $C_p(T_1)$
 $T_1 = 200\text{K}$
 $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$

1) $C = \frac{Q}{\Delta T}$
 $P_1 V_1 = \nu R T_1$

1) A_3 - ?
2) η - ?
3) $\frac{Q_1}{P_1} (V/V_1)$ -
используем

1-3: $\frac{Q_{13}}{\Delta T} = 2R \Rightarrow \frac{3\nu R \Delta T}{\Delta T} = 2R \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{3}{2} R \Delta T = 2R \Rightarrow \Delta T = \frac{4}{3} T_1$

3-1: т.к. 3-1 обратн. процесс в иск. соед., то $A_c < 0$

$P_3 V_3 = \nu R T_3; T_3 = 4T_1 \Rightarrow$
 $\Rightarrow \frac{Q_{13}}{\Delta T} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 3 \nu R T_1 \cdot \frac{3}{2} = \frac{9}{2} \nu R T_1$

$C = \frac{Q_{13}}{\Delta T} = \frac{\frac{9}{2} \nu R T_1}{3 \nu T_1} = 2R$

$\frac{5}{2} R \Delta T = 2R \Rightarrow \frac{5}{2} R \Delta T = -A_c$

$A_{31} = -A_c = \frac{5}{2} R \Delta T = \frac{5}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot$

1 моль $\cdot 200\text{K} = 4155 \text{ Дж}$

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!

3-4: $T \downarrow$;

$$T_3 = 4T_1; Q_{31} = \Delta U + A_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2R \nu \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T = A_2; \frac{1}{2} \nu R (T_1 - 4T_1) = A_2$$

$$- \frac{3}{2} \nu R T_1 = A_2$$

$$A_{31 \text{ внеш}} = A_{31} = -A_2 \Rightarrow A_{31 \text{ внеш}} = \frac{3}{2} \nu R T_1$$

$$= \frac{3}{2} \cdot 1 \text{ моль} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 200 \text{ К} =$$

$$= 2493 \text{ Дж}$$

2) 1-2: $T \uparrow$; $T_2 = 8T_1$

$$Q_{12} = \Delta U + A_2 \Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2$$

$$\frac{3}{2} \nu R \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2 \Rightarrow A_2 = 0 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V = \text{const} \Rightarrow \text{изобарический}$$

~~3-2~~ 2-3: ~~$T \downarrow$~~ ; $T_3 = 4T_1$

$$Q_{23} = \Delta U + A_2 \Rightarrow C_V \Delta T = \frac{3}{2} \nu R \Delta T + A_2$$

$$\frac{1}{2} \nu R \Delta T - \frac{3}{2} \nu R \Delta T = A_2 \Rightarrow A_2 = -\nu R \Delta T =$$

$$= -\nu R (4T_1 - 8T_1) = 4\nu R T_1$$

$$T.K. \quad \cancel{A_2} = \nu R \Delta T; \Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T \Rightarrow \text{изобарический}$$

$$\Rightarrow p = \text{const} \quad (\cancel{p} = \frac{2}{3} R \Rightarrow)$$

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!

3) ~~из упр.~~ $\frac{V}{V_1} = 1 \Rightarrow V = V_1$

~~$\frac{P}{P_1} = 1$~~

из упр. Массово-темпер.

3) $P_1 V_1 = \nu R T_1$
 $P_3 V_3 = \nu R T_3 \quad \Rightarrow \quad \frac{P_3 V_3}{P_1 V_1} = \frac{T_3}{T_1} = 4$

$P_2 V_2 = \nu R T_2 \Rightarrow \frac{P_2 V_2}{P_1 V_1} = \frac{T_2}{T_1} = 8$

$P_2 V_2 = 8 P_1 V_1$; $V_1 = V_2$, т.к. ~~используем~~ 1-2,

$P_2 = 8 P_1$

~~$\frac{P_3 V_3}{P_2 V_2} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{8}{4} = 2$~~

~~$P_2 V_2 = 2 P_3 V_3$~~ $P_2 V_2 = 2 P_3 V_3$

~~$8 P_1 V_1 = 2 P_3 V_3$~~

~~$P_2 = P_3$, т.к. 2-3 - изотерма $\Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow P_3 = 8 P_1$; $P_3 V_3 = 4 P_1 V_1 \Rightarrow$~~

~~$\Rightarrow 8 P_1 V_3 = 4 P_1 V_1 \Rightarrow V_1 = 2 V_3$~~

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. Порча QR-кода недопустима!



$$\eta = \frac{Q_H - |Q_K|}{Q_H}$$

$$Q_{3-1} = C_{31} \Delta T_{31} = 2 R V (T_1 - 4T_1) = -6 V R T_1 < 0$$

$$Q_{12} = C_{12} \Delta T_{12} = \frac{3}{2} R V \cdot (8T_1 - T_1) = \frac{21}{2} V R T_1 > 0$$

$$Q_{23} = C_{23} \Delta T_{23} = \frac{1}{2} R V (4T_1 - 8T_1) = -2 V R T_1 < 0$$

$$Q_K = Q_{3-1} + Q_{23}; \quad Q_H = Q_{12}$$

$$\eta = \frac{Q_{12} - |Q_{3-1} + Q_{23}|}{Q_{12}} = \frac{\frac{21}{2} V R T_1 - (6 V R T_1 + 2 V R T_1)}{\frac{21}{2} V R T_1} = \frac{\frac{21}{2} - 8}{\frac{21}{2}} = \frac{5}{21}$$

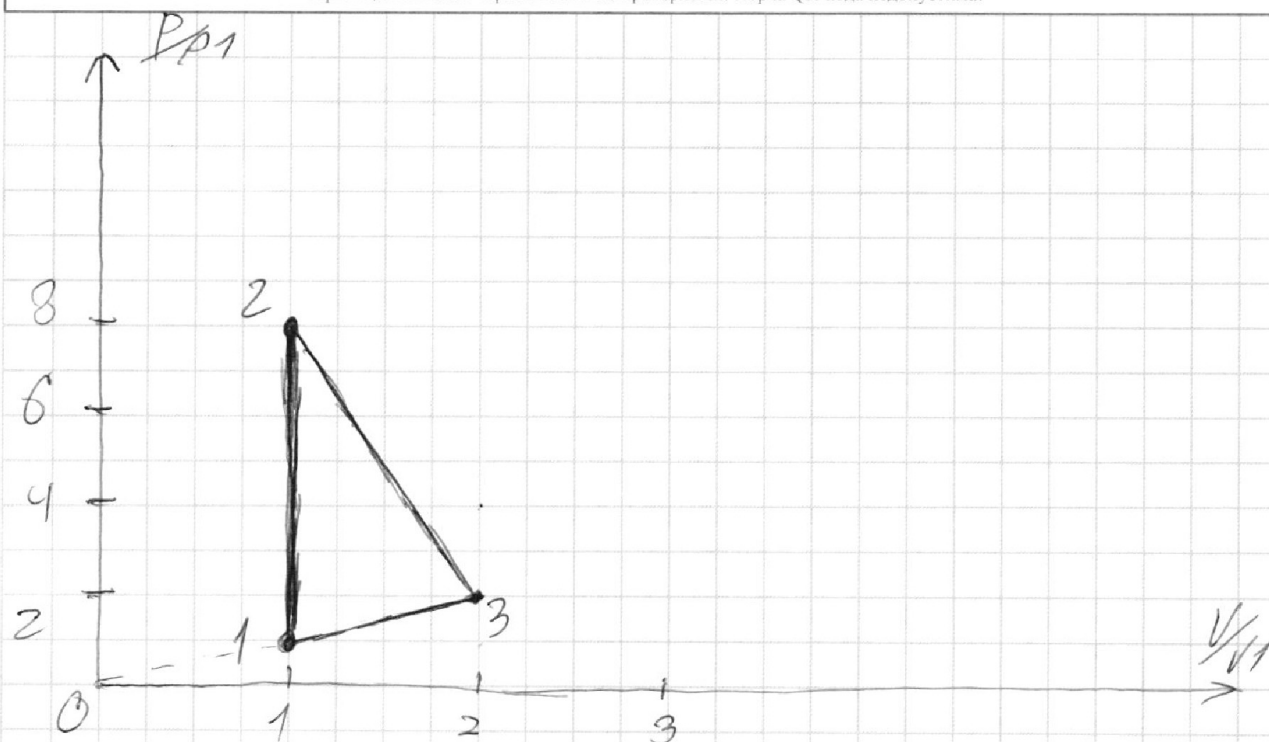
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Ответ: 1) 2493 ~~Дис~~; 2) $\frac{5}{21}$; 3) $\rightarrow$

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!



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

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

$$\frac{kq^2 (6 - \sqrt{2})}{12\alpha} = k$$

$$k = \frac{kq^2 (6 - \sqrt{2})}{12\alpha} =$$

$$= \frac{kq^2 (3\sqrt{2} - 1)}{12\alpha} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{12\alpha} = \frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{48\pi\epsilon_0 \alpha}$$

Ответы: 1) $\sqrt{\frac{I}{4\pi\epsilon_0}} \alpha$; 2) $\frac{q^2 (3\sqrt{2} - 1)}{48\pi\epsilon_0 \alpha}$

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

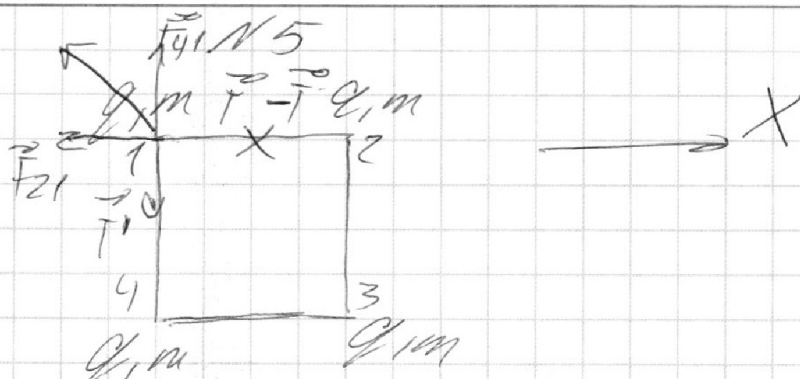
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

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:
 $CL; T; \epsilon_0$
 1) $|q|$ - ?
 2) K - ?
 3) d - ?



$$F_{12} = K \frac{q_1 q_2}{a^2}$$

Т.к. линии зарядов, то линии зарядов симметричны и т.д.

$T = \text{const}$, то d одинаково

Рассмотрим 1 заряд

$$\vec{F}_{41} + \vec{F}_{21} = \vec{T} + \vec{T}$$

Т.к. равнопр., то: $\sqrt{F_{41}^2 + F_{21}^2} = \sqrt{2} T$

$$F_{41} = F_{21} = K \frac{q^2}{a^2} \Rightarrow \frac{q}{a^2} \sqrt{K} = T$$

$$\Rightarrow K \frac{q^2}{a^2} = T \Rightarrow q = \sqrt{\frac{T a^2}{K}} = \sqrt{\frac{T}{K}} a = \sqrt{\frac{T}{4\pi\epsilon_0}} a$$

2) Линия пересечения

Линия пересечения линий r_2 , тогда

по координ. X q_1 и q_2 отменились.

Сумма сумм $\Rightarrow$ линии 14 и 23 взаимноперпендикулярны

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!

$$\mu g S = \frac{F \sin \alpha}{m} \cdot \frac{K}{F \sin \alpha}$$

$$L(F \cos \alpha \sin \alpha - f \sin \alpha) = \frac{m L \cdot 2}{2}$$

$$8 p_1 V_1 = \sqrt{R T_2} \Rightarrow 8 p_1 V_1 = \sqrt{R T_1} \Rightarrow$$

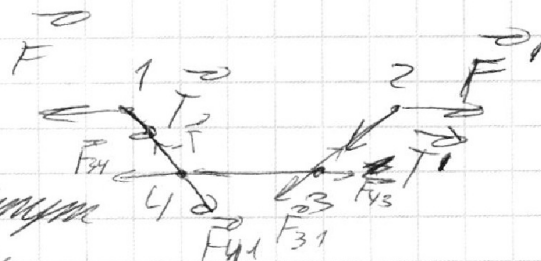
$$\Rightarrow 2 p_1 V_1 = \sqrt{R T_1}$$

$$p_3 V_3 = \sqrt{R T_3} \Rightarrow p_3 V_3 = 4 \sqrt{R T_1} = 4 p_1 V_1$$

$$p_3 V_3 = \sqrt{R T_1}$$

до того момента пока
все 4 шарика не окажутся на одной
прямой, т.к.

погда $\Delta M_{\text{центр}} = 0$.



Но шарик приобретет
скорость, когда они окажутся на одной прямой

По 3C:

1, 2 движутся в одну сторону
по окружности =>
=> рассм. по см.

$$4 \frac{q^2}{a^2} = 4 K F$$

$$2 K \frac{q^2}{a} + \frac{K q^2}{\sqrt{2} a} + \frac{K q^2}{\sqrt{2} a} + 2 K \frac{q^2}{a} = 4 K +$$

$$+ K \frac{q^2}{a} + \frac{K q^2}{2a} + \frac{K q^2}{3a} + \frac{K q^2}{a} + \frac{K q^2}{2a} + \frac{K q^2}{a}$$

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!

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 36 \\ \hline 96 \\ 48 \\ \hline 576 \end{array}$$

$$3 \quad 1 \quad 0,4$$

$$500$$

$$\begin{array}{r} 6,31 \quad 7 \\ \times 1500 \\ \hline 946500 \end{array}$$

$$\frac{3}{2} \sqrt{RT_1} + \frac{A_2}{30T_1} = 2R$$

$$K - \mu \mu \mu S = 0$$

$$\frac{\mu \sqrt{k}}{2} = \mu \mu \mu S$$

$$\sqrt{k}^2 = 2 \mu \mu S$$

$$\frac{3}{2} R + \frac{A_2}{30T_1} = 2R$$

$$k = \frac{H \cdot \mu^2}{R}$$

$$\frac{1}{2} R = \frac{A_2}{30T_1} \Rightarrow A_2 = \frac{3}{2} \sqrt{RT_1}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$C \Delta T = Q \Rightarrow C = \frac{Q}{\Delta T}$$

$$30$$

$$\frac{273}{1000} k$$

$$\begin{array}{r} 273 \\ \times 200 \\ \hline 2493,00 \end{array}$$

$$\frac{\sqrt{k}}{2 \mu k} = \sqrt{k}$$

$$\frac{k}{F \mu \mu \mu S} = \mu \mu \mu S$$

$$\mu \mu \mu S = \mu \mu \mu S$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1	2	3	4	5	6	7
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

МФТИ

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

$$2\cancel{K} \cdot CVAT = Q$$

$$C \cdot \frac{3}{2}$$

$$\frac{1}{2} VR_{AT}$$

$$\frac{2a}{m\sqrt{\cos\alpha}}$$

$$\frac{F - \mu mg}{\frac{mV^2}{2}}$$

$$F - \mu mg = m a_{K1}$$

$$l = \frac{mV^2}{2(F - \mu mg)}$$

$$a_{K1} = \frac{F - \mu mg}{m} = \frac{F}{m} - \mu g$$

$$\frac{V_K^2}{2a}$$

$$\frac{V_K^2}{2a}$$

$$F \cos 2\alpha - F \sin \alpha = F$$

$$\frac{K}{F \cos 2\mu g}$$

$$\frac{V_K^2}{2a} = S$$

$$l = \frac{mV^2}{2F - 2\mu mg}$$

$$\frac{V_K^2}{2\mu g} = S$$

$$= \boxed{\frac{V^2}{\frac{2F}{m} - 2\mu g}}$$

$$\frac{2K}{2m\mu g} = S$$

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