



# 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.

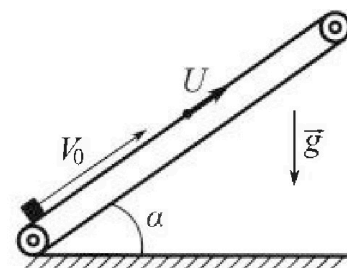
2) На каком расстоянии  $S$  от точки старта находится стенка?

Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. Мяч движется в плоскости перпендикулярной стенке. Сопротивление воздуха считайте пренебрежимо малым.

2. Лента транспортера, предназначенного для подъема грузов, образует с горизонтальной плоскостью угол  $\alpha$  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.).

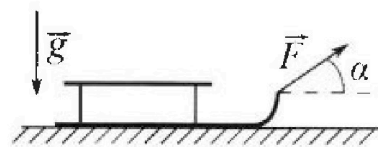
2) Через какое время  $T_1$  после старта скорость коробки во втором опыте будет равна  $U = 1$  м/с?

3) На каком расстоянии  $L$  от точки старта скорость коробки обратится в ноль во втором опыте? Ускорение свободного падения  $g = 10$  м/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.

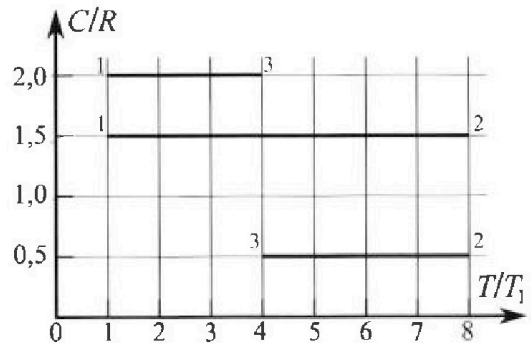
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-02

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



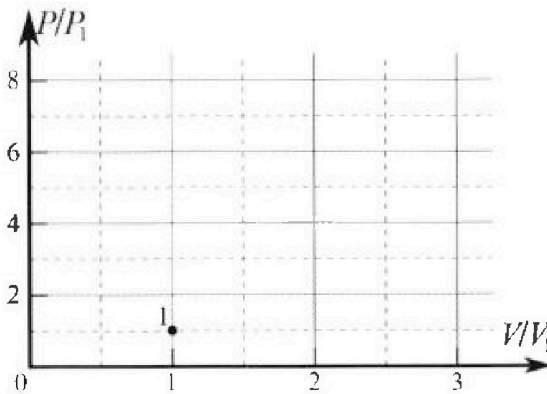
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной) от температуры в процессах: 1-2, 2-3,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

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



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

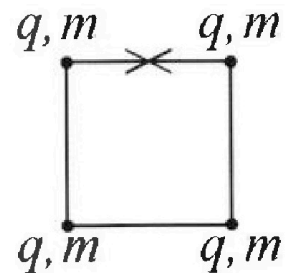
1) Найдите абсолютную величину  $|q|$  заряда каждого шарика.

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  $\epsilon_0$ . 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

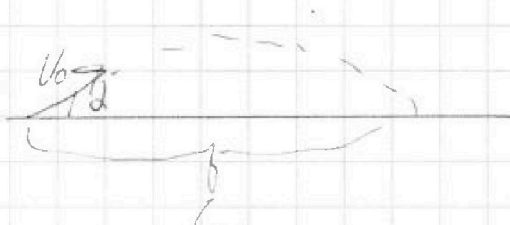
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!

Дано:  $\alpha = 45^\circ$ ;  $L = 20 \text{ м}$

↓ g

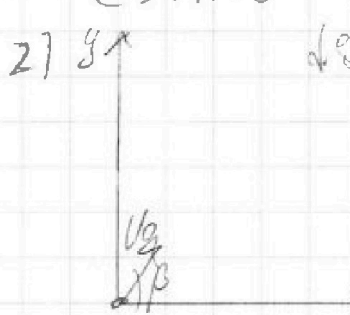
Решение: 1)  $t_n$  - время полета

$$t_n = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot t}{g} = 2 \frac{V_0 \sin \alpha}{g}$$



$$L = V_0 \cos \alpha \cdot t = 2 \frac{V_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$$

$$V_0^2 = \frac{Lg}{2 \sin 2\alpha} = 200 \Rightarrow V = 10\sqrt{2} \text{ м/с. Ответ: } 10\sqrt{2} \text{ м/с}$$



$$y(t) = V_0 \sin \alpha t - \frac{g t^2}{2}$$

$$x(t) = V_0 \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$$

$$y(x) = \frac{V_0 \sin \alpha x}{V_0 \cos \alpha} - \frac{g x^2}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha}$$

$$x_0 = \frac{V_0 \sin \alpha \cdot \frac{V_0^2 \cos^2 \alpha}{g}}{V_0 \cos \alpha} = \frac{V_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = 5 \Rightarrow$$

$$\sin \alpha \cos \alpha = \frac{g \cdot 5}{V_0^2} = \frac{10 \cdot 36}{200} = \frac{9}{50} \quad \text{т.к. } \alpha > 0^\circ; \alpha \in 90^\circ$$

$$\Rightarrow \sin \alpha \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{9}{50} \Rightarrow \sin^2 \alpha - \sin^4 \alpha = \frac{81}{2500}$$

$$\sin^2 \alpha = 1 \pm \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 81}{2500}} = 1 - \sqrt{\frac{544}{625}} \quad \text{т.к. } \sin \alpha \leq 1$$

$$\Rightarrow \sin^2 \alpha = \frac{1}{2} - \sqrt{\frac{136}{625}} \Rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} + \sqrt{\frac{136}{625}}$$

там →

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"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

$$\sin \beta = \sqrt{\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{135}{625}}} \quad \cos \beta = \sqrt{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{135}{625}}}$$

$$\Rightarrow t_{\text{н}} = \frac{V_0 \sin \beta}{g} \Rightarrow S = V_0 \cos \beta \cdot t = \frac{V_0^2 \cos \beta \sin \beta}{g}$$

$$= \frac{200 \cdot \sqrt{\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{135}{625}}} \cdot \sqrt{\frac{1}{2} + \sqrt{\frac{135}{625}}}}{9.8} = \frac{200 \cdot 9}{10 \cdot 30} = \frac{9 \cdot 9}{10} = 3,6 \text{ м.}$$

9. Ответ: 3,6 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 type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Дано:  $v_0 = 6 \text{ м/с}$ ;  $\mu = 0,5$ ;  $\sin d = 0,6$ .  $T = 1 \text{ с}$ .  $v = 1 \text{ м/с}$

Решение: ох:  $-\mu N - mg \sin d = ma$

оу:  $N = mg \cos d$

$-\mu mg \cos d - mg \sin d = ma \Rightarrow$

$a = -g(\mu \cos d + \sin d) = -10 \text{ м/с}^2$

$\Rightarrow$  тело остановится раньше чем

за  $T$ , время остановки  $t = \frac{v_0}{|a|} =$

$= 0,6 \Rightarrow s = \frac{v_0^2}{2a} = \frac{36}{20} = 1,8 \text{ м}$

Ответ: 1,8 м.

2) Скорость порода дуги  $v$

Когда она остановится дуга будет двигаться откос лентой.

$a = 10 \text{ м/с}^2$  т.к.  $\mu, m, g$  те же самые.

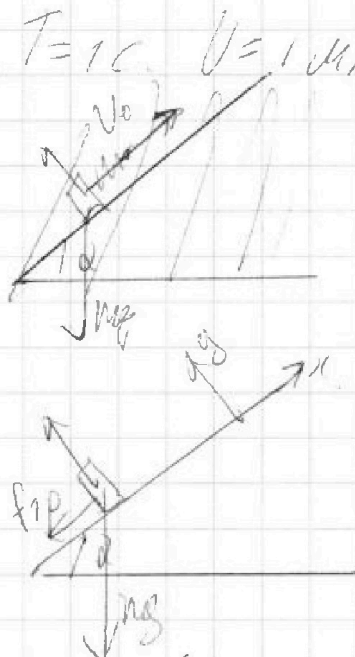
вс. в с.о. ленты скорость порода в начале  $(v_0 - v) \Rightarrow$

$T_1 = \frac{v_0 - v}{a} = \frac{1}{2} \text{ с}$ . Ответ: 0,5 с.

3) в лабораторной с.о.:  $v(t) = v_0 - at \Rightarrow t = \frac{v_0 - v}{a}$

$s(t) = v_0 t - \frac{at^2}{2}$

$\Rightarrow s(v) = \frac{v_0(v_0 - v)}{a} - \frac{(v_0 - v)^2}{2a} = (v_0 - v) \left( \frac{2v_0 - v_0 + v}{2a} \right) =$



$\sin d = \frac{6}{10} \Rightarrow$   
 $\cos d = \sqrt{1 - \frac{36}{100}}$   
 $= \frac{8}{10}$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

МФТИ

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

$$\frac{(V_0 - V)(V_0 + V)}{2a} \text{ если } V=0 \Rightarrow S = \frac{V_0^2}{2a} = 1,8 \text{ м}$$

Ответ: 1,8 м

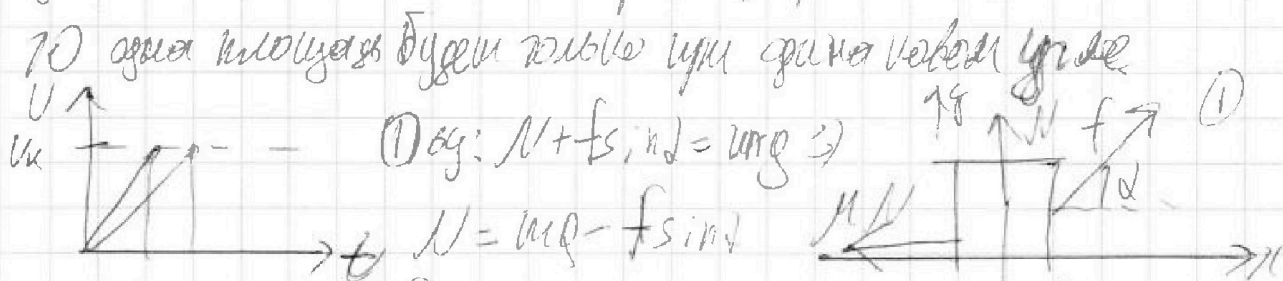


- 1  2  3  4  5  6  7

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

Дано:  $K, d, m$

Решение: 1) Если камни разлетаются по одной и той же  $K \Rightarrow$  по одной и той же скорости и т.к. они это делают на равных участках пути  $\Rightarrow$  ускоряются в одинаковом направлении. Или если построить график  $V(t)$



ор:  $f \cos \alpha - \mu N = f \cos \alpha - \mu mg + \mu f \sin \alpha = ma \Rightarrow \sqrt{mg}$

②: ось:  $N = mg$ . ор:  $f - \mu mg = ma \Rightarrow$

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

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

2)  $K = \frac{mV^2}{2} \Rightarrow V^2 = \frac{2K}{m}$

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

т.к.  $f \sin \alpha = \mu mg$

$\mu mg = ma \Rightarrow a = \mu g \Rightarrow S = \frac{V^2}{2a} =$

$= \frac{V^2}{\mu g} = \frac{2K}{mg \left( \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)}$  Ответ:  $S = \frac{2K}{mg \left( \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} \right)}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

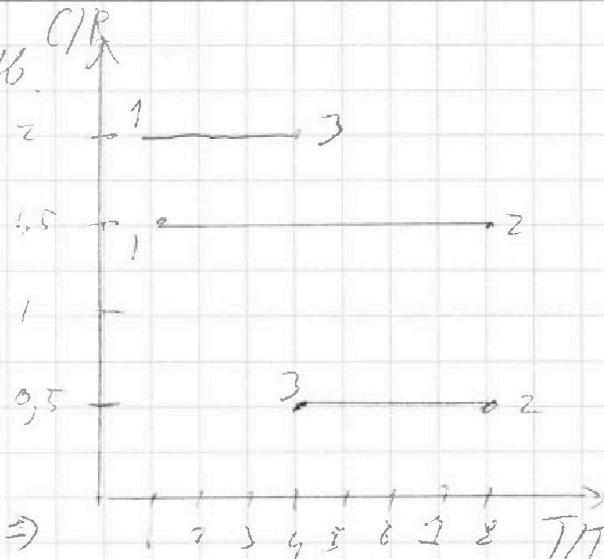
1     2     3     4     5     6     7



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



Ротор, асинхронный раз;  $\Omega = 1$  м.м.в.  
Процессы 1-2-3-1.



$$1) I = \frac{Q}{\Omega \Delta T} \text{ для } 3-1$$

$$2R = \frac{\frac{3}{2} \Omega R (-3T_1) + A_{3-1}}{\Omega (-3T_1)}$$

$$2R = \frac{3}{2} R + A_{3-1} \Rightarrow A_{3-1} = \frac{R}{2} \Rightarrow$$

$$A_{3-1} = \frac{-2}{2} \Omega R T_1 \Rightarrow \text{А вращ. сила} = \frac{3}{2} \Omega R T_1 = 2493 \text{ Дж.}$$

$A_{3-1}$  — полезная работа для всех процессов.

$$65R = \frac{3}{2} \Omega R 2T_1 + A_{1-2} \Rightarrow 65R = \frac{3}{2} R + \frac{A_{1-2}}{\Omega T_1}$$

$$A_{1-2} = 0 \Rightarrow 1-2 \text{ короткая}$$

$$Q_{5R} = \frac{3}{2} \Omega R (-4T_1) + A_{2-3} \Rightarrow \frac{R}{2} = \frac{3}{2} R + \frac{A_{2-3}}{4\Omega T_1}$$

$$\text{Значит вся работа затрачена } A = 4\Omega T_1 R - \frac{3}{2} \Omega R T_1 = \frac{5}{2} \Omega R T_1$$

только  $Q_{1-2} > 0 \Rightarrow$

$$\eta = \frac{A}{Q_{1-2}}$$

	1-2	2-3	3-1
$\Delta U$	$> 0$	$< 0$	$< 0$
$A$	0	$4\Omega R T_1$	$-\frac{3}{2}\Omega R T_1$
$Q$	$> 0$	$< 0$	$< 0$



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!

Продолжение задачи 4.

$$1,5R = \frac{Q_{1-2}}{2T_1} \Rightarrow Q_{1-2} = 10,5R \Delta T_1 \Rightarrow \eta = \frac{5,5R \Delta T_1}{10,5R \Delta T_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{5}{21} \quad \text{Ответ: } \eta = \frac{5}{21}$$

3) Т.к.  $A_{1-2} = 0$  1-2 изохорный  $\Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{8T_1} \Rightarrow$   
 $P_2 = 8P_1$

Все процессы политропные:

$\Rightarrow$  для каждого верна  $PV^k = \text{const}$

где  $k = \frac{C_p + C}{C_v + C}$  для адиабатического процесса.

$$C_v = \frac{3}{2}R \quad C_p = \frac{5}{2}R \quad k = 3$$

для 2-3  $C = \frac{1}{2}R \Rightarrow k = \frac{3}{2}$

$$\Rightarrow PV = \text{const} \Rightarrow P_2 V_2 = P_3 V_3 \quad (1)$$

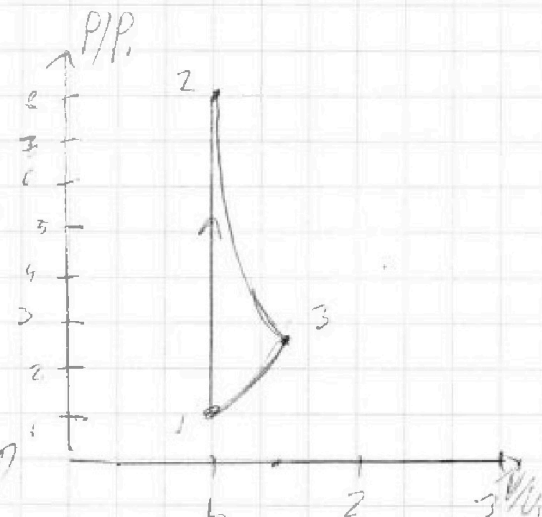
$$\Delta U_{2-3} = -\frac{3}{2} R \Delta T_1 = \frac{3}{2} (P_3 V_3 - 8P_1 V_1) \Leftrightarrow 4P_1 V_1 = P_3 V_3 \Rightarrow$$

$$P_3 = \frac{4P_1 V_1}{V_3} \Rightarrow \text{выпр. } 3P_1 V_1^2 = 4P_1 V_1 V_3^2$$

$$\Rightarrow 3V_1^2 = 4V_3^2 \Rightarrow V_3 = \sqrt{3} V_1 \Rightarrow \text{выпр. } 8P_1 V_1^3 = 2\sqrt{3} P_3 V_3^3$$

$$P_3 = \frac{4}{\sqrt{3}} P_1 = 2\sqrt{3} P_1. \text{ Тогда } C_{2-3} = 2 \Rightarrow k = \frac{2}{2} = 1$$

$$\Rightarrow PV^{-1} = \text{const} \Rightarrow P = \text{const} \cdot V^{-1} \text{ тогда } C_p = C_v + R = \frac{5}{2}R$$



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!

Решко:  $q, T$ .

1) Рассмотрим центр масс осим.

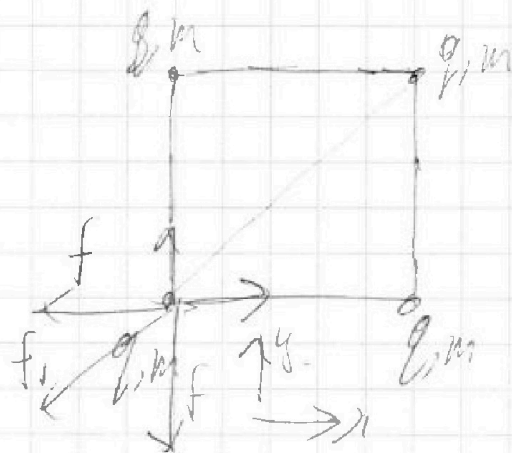
$$f = \frac{kq^2}{a^2} \quad f_1 = \frac{kq^2}{2a^2} \Rightarrow$$

$$f_1 = \frac{f}{2}$$

$$\text{орх: } T = f + \cos 45 \frac{f}{2} \Leftrightarrow$$

$$T = f \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \Rightarrow T = \frac{kq^2}{a^2} \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \Leftrightarrow$$

$$q = \sqrt{\frac{Ta^2}{k \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}} \quad \text{Ответ: } q = \sqrt{\frac{T a^2}{k \left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}} = \sqrt{\frac{49 \cdot 8 \cdot 10^{-2}}{\left( 1 + \frac{\sqrt{2}}{2} \right)}}$$



2) Т.к. внеш. сил нет  $\Rightarrow$  центр масс не смест.

Вспомогат.: во заряды равны, поэтому модуль шло  
во всех одинаково заряжены.

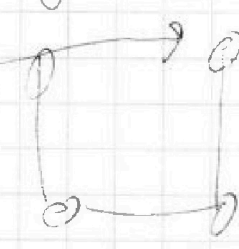
2) будем смотреть по  $\vec{E}$  и  $\vec{W}_p$  сил

зарядов  $W_p = \frac{kq^2}{r^2}$

в центре:  $\frac{2kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{2a^2} = \frac{5kq^2}{2a^2}$

в углу:  $\frac{kq^2}{a^2} + \frac{kq^2}{4a^2} + \frac{kq^2}{9a^2} = \frac{49}{36} \frac{kq^2}{a^2}$

$\Delta W_p = k = \frac{49}{36} \frac{kq^2}{a^2} \Rightarrow q = \sqrt{\frac{36}{49} \frac{W_p a^2}{k}}$  Ответ:  $\frac{41}{36} \frac{kq^2}{a^2}$   
 $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

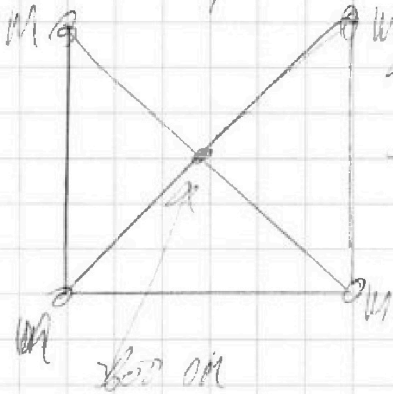
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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



3) Рассмотрим вот такой квадрат:

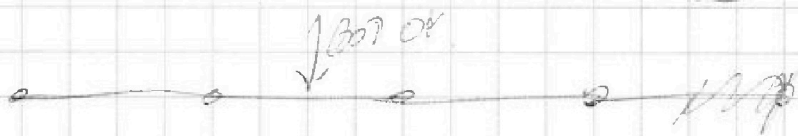
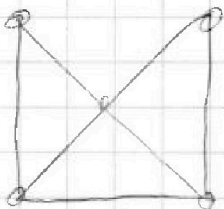


Задача сводится к  $\frac{a}{2}$  и  $\frac{a}{2}$

и  $\frac{a}{2}$  и  $\frac{a}{2}$   $\Rightarrow$

$$d = \sqrt{\frac{a}{2} + \frac{a}{2}} = \frac{a\sqrt{5}}{2}$$

Ответ:  $d = \frac{a\sqrt{5}}{2}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7



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

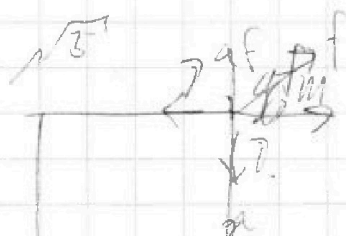


$$2-3 \quad 0,5R = \frac{-\frac{3}{2} \cdot 2R \cdot 4T_1 + A_2}{2 - 4T_1}$$

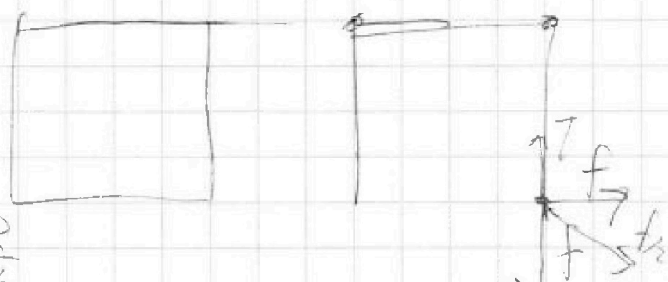
$$-\frac{6}{2} \cdot 2R \cdot 4T_1 = \frac{3}{2} (P_3 U_3 - P_2 U_2)$$

$$-\frac{3}{2} \cdot 2R \cdot 4T_1 = \frac{3}{2} (P_3 U_3 - P_2 U_2) \Rightarrow$$

$$-2 \cdot 4 \cdot 2R \cdot T_1 = P_3 U_3 - P_2 U_2 \Rightarrow P_3 U_3 = -3 \cdot 2R \cdot T_1 = -3 P_2 U_2$$



$$\sqrt{2} T = \sqrt{2} f + \frac{k q q}{2a^2} = \sqrt{2} f + \frac{f}{2}$$



$$A_{21} = 4 \cdot 2R \cdot T_1 \quad C = \frac{R}{2}$$

$$2 \rightarrow \text{магнитный} \Rightarrow P U = \text{const}$$

$$P U = \text{const} \Rightarrow \text{магнитное}$$

$$P = \frac{\text{const}}{U}$$

$$\frac{C P - R}{C + R}$$

$$C P + \frac{3}{2} R U T$$

$$\frac{\frac{5}{2} R - 2R}{\frac{3}{2} + 2R} = \frac{\frac{1}{2} R}{\frac{7}{2} R} \quad C P - \frac{3}{2} R = R = C P = \frac{5}{2} R$$

$$2R \times P U^{\frac{1}{2}} = \text{const}$$

$$P = \frac{\text{const}}{U^{\frac{1}{2}}} = \frac{\text{const}}{\sqrt{U}}$$

$$\frac{2P}{2R}$$

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 type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**МФТИ**

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

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{C_V \Delta T + A}{\Delta T} = C$$

$$C_V + \frac{A}{\Delta T} = C$$

$$\Delta U_{2-3} = -\frac{\gamma}{\gamma-1} \Delta R \Delta T = \frac{\gamma}{\gamma-1} (P_3 V_3 - P_1 V_1) \Leftrightarrow$$

$$-4 P_1 V_1 = P_3 V_3 - 3 P_1 V_1$$

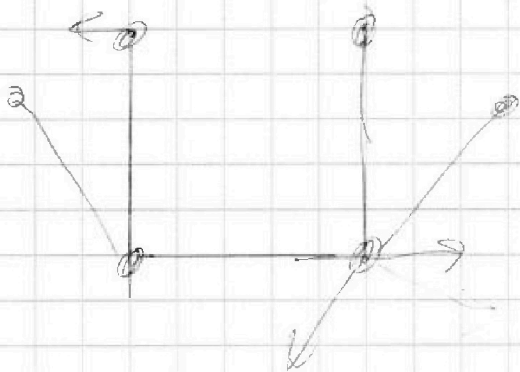
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



$$\frac{C_p + C}{C_v - C}$$

$$\frac{3P}{R} = 3$$

$$PV^3 = \text{const}$$

$$3P_1 V_1^3 = P_3 V_3^3$$

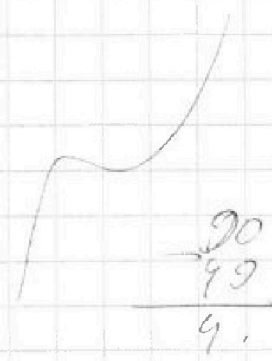
$$4P_1 V_1 = P_3 V_3 \Rightarrow P_3 = \frac{4P_1 V_1}{V_3}$$

$$3P_1 V_1^2 = 4P_1 V_1 V_3^2$$

$$3V_1^2 = 4V_3^2 \Rightarrow V_3^2 = \frac{3}{4} V_1^2 \Rightarrow V_3 = 1.91 V_1$$

- 1.9
- 3.
- 2.8

$$Q = \frac{1P_1 V_1 + 1P_1 V_1 + 1P_1 V_2 + 1P_1 V_3}{4M}$$



$$26 + 9 + 4 = \frac{41 \text{ кДж}^2}{18 \text{ кг}^2 \text{ м}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

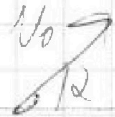
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

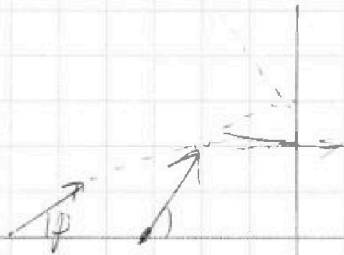
МФТИ

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



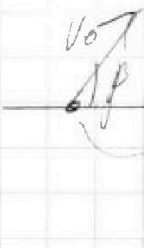
$$t_h = \frac{2V_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = \frac{V_0 \cos \alpha \cdot 2V_0 \sin \alpha}{g} = \frac{2V_0^2 \cos \alpha \sin \alpha}{g}$$



$$\frac{10\sqrt{2}}{10} = \sqrt{2} \Rightarrow S = 20 - \frac{10 \cdot 2}{2} = 10 \text{ м}$$

$$t = \frac{S}{V_0 \cos \beta}$$



$$H = V_0 t - \frac{g t^2}{2} = \frac{S}{\cos \beta} - \frac{g S^2}{V_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$S \cos \beta - \frac{g S^2}{V_0^2 \cos^2 \beta} = h$$

$$\text{высота } V_0 \sin \beta \cdot t = \text{max}$$

$$V_0 \cos \beta t = S \Rightarrow \cos \beta = \frac{S}{V_0 t}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{S^2}{V_0^2 t^2}} \Rightarrow V_0 \sqrt{1 - \frac{S^2}{V_0^2 t^2}} \cdot t = \text{max}$$

$$\sin \beta = \sqrt{1 - \frac{S^2}{V_0^2 t^2}} \Rightarrow V_0 \sqrt{1 - \frac{S^2}{V_0^2 t^2}} \cdot t = \text{max}$$

$$\Rightarrow V_0 \sqrt{t^2 - \frac{S^2}{V_0^2}} = \text{max} \quad t =$$

$$\frac{2V_0 t}{2\sqrt{t^2 - \frac{S^2}{V_0^2}}} = 0 \Rightarrow -10(0,5 - 0,8 + 0,6)$$

$$-4 - 6 = -10$$

24,93  
13,2  
11,73

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!



$$x(t) = v_0 \sin \beta t - \frac{g t^2}{2}$$

Вершина

$$\frac{-v_0 \sin \beta}{-g} = \frac{v_0 \sin \beta}{g}$$

$$y(x) = v_0 \sin \beta \cdot t - \frac{g t^2}{2}$$

$$\Rightarrow y(x) = \frac{v_0 \sin \beta x}{v_0 \cos \beta} - \frac{g x^2}{2 v_0^2 \cos^2 \beta}$$

$$x(t) = v_0 \cos \beta \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{v_0 \cos \beta}$$

$v_0 \cos \beta$

Вершина:  $\frac{v_0 \sin \beta}{v_0 \cos \beta} \cdot \frac{v_0^2 \cos^2 \beta}{g} = \frac{v_0^2 \sin \beta \cos \beta}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\beta}{2g} = H$

$$v_0^2 \sin 2\beta = 2gH \Rightarrow \sin 2\beta = \frac{2gH}{v_0^2} = \frac{24}{200}$$

5)

$$200 \cos \beta \sin \beta = \frac{37}{100} \Rightarrow 200 \cos \beta \sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{37}{100} \Rightarrow$$

$$\sqrt{1 - \cos^2 \beta} = \frac{37}{20000 \cos \beta} \Rightarrow \frac{37}{20000 \cos \beta} = \frac{37}{100}$$

$$1 - \cos^2 \beta = \frac{37^2}{4 \cdot 10^4 \cos^2 \beta} \Rightarrow 4 \cdot 10^4 \cos^2 \beta - 4 \cdot 10^4 \cos^4 \beta = 37^2$$

$$1 - \frac{4 \cdot 31}{2500} =$$

$$\frac{112}{24}$$

$$\frac{124}{6}$$

$$\frac{23}{8} \quad \frac{625}{51}$$

$$\frac{1}{4} - \frac{126}{625}$$

$$\frac{2 \cdot 136}{625} = \frac{625}{544}$$

$$\frac{22}{44} = \frac{23}{69}$$

$$625$$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

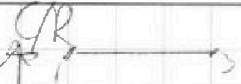
Отметьте крестиком номер задачи,

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!



$$U = \dots$$

$$2R = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{\Delta U + A}{\Delta T} = 2R$$

$$= \frac{\frac{3}{2} Q R T_1 + A}{\Delta T} = 2R$$

$$\frac{3}{2} R R T_1 + A = 2R \Delta T$$

$$1,5R - 1 = 2R \Delta T$$

$$A = A \cdot 0,5R \Rightarrow$$

$$A_0 = 2,5R \Delta T$$

$$0,5R = \frac{3}{2} R R T_1 + A$$

$$\Delta T = 2R$$

$$0,5R = \frac{3}{2} R$$

$$0,5 = \frac{Q}{\Delta T} \Rightarrow \Delta T = 2Q$$

	1-2	2-3	3-1
$\Delta U$	$> 0$	$< 0$	$< 0$
$A$	$0$	$4,0 R T_1$	$-2,0 R T_1$
$Q$	$> 0$	$< 0$	$< 0$

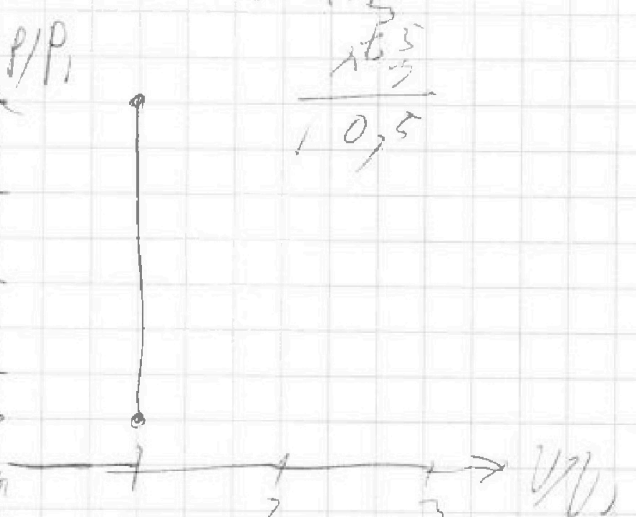
$$\Delta U_{1-2} = \frac{3}{2} R R T_1 = \frac{3}{2} (P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

$$2,0 R T_1 = (P_1 V_1 - P_2 V_2)$$

$$2,0 R T_1 = V_1 (P_2 - P_1)$$

для изохора

$$\frac{T_1}{P_1} = \frac{2 T_1}{P_2} \Rightarrow P_2 = 2 P_1$$



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!



$$V(t) = V_0 - \alpha t \quad \text{где } \alpha \text{ — ускорение}$$

$$V(t) = V_0 - \alpha t \Rightarrow t = \frac{V_0 - V}{\alpha}$$

$$S(t) = V_0 t - \frac{\alpha t^2}{2}$$

$$S(V) = \frac{V_0(V_0 - V)}{\alpha} - \frac{(V_0 - V)^2}{2\alpha} = \frac{V_0^2 - V_0 V}{\alpha} - \frac{(V_0^2 - 2V_0 V + V^2)}{2\alpha}$$

$$\text{если } V=0 \Rightarrow S(0) = \frac{V_0^2}{\alpha} - \frac{V_0^2}{2\alpha} = 36 \left( \frac{1}{10} - \frac{1}{20} \right) = \frac{36}{20} \text{ м}$$

13 м.

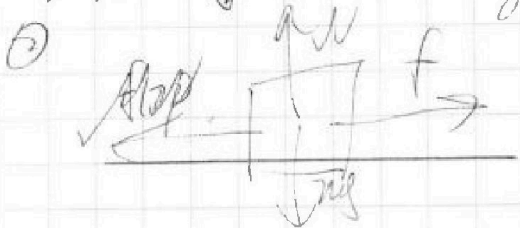
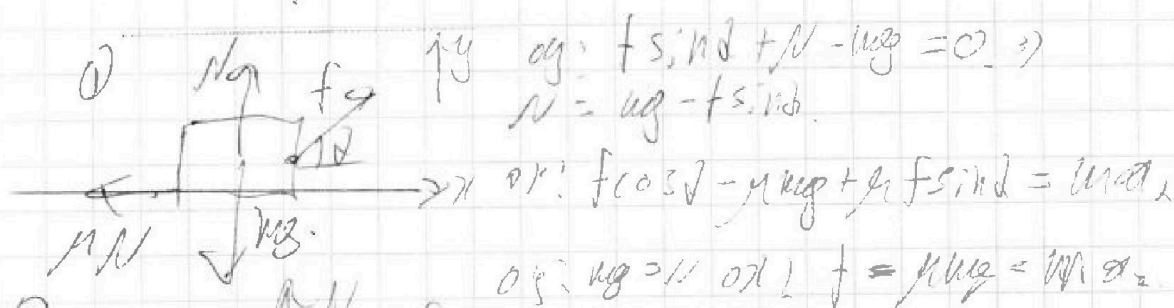
10-е задание.

$$V = V_0 - 10t$$

$$\frac{1 - 0}{10} = \frac{1}{2}$$

$$k = mV^2 \Rightarrow$$

$$V = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$



$V_1$

$V_2$

