



Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 10-01

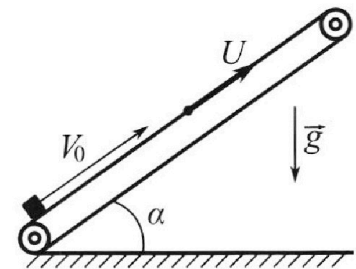
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.



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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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?

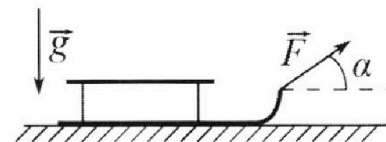
Во втором опыте коробку ставят на ленту транспортера, движущуюся со скоростью  $U = 2$  м/с, и сообщают коробке скорость  $V_0 = 4$  м/с.

- 2) На как ом 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/с<sup>2</sup>. 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  $\alpha$  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  $\mu$  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.

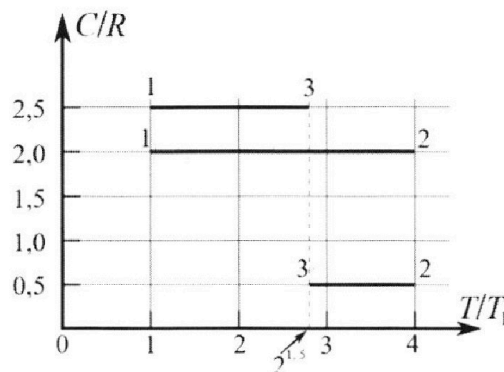
# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 10-01

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



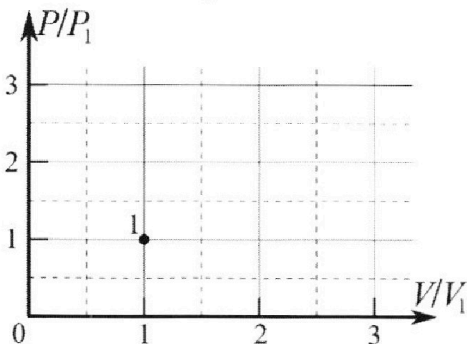
4. Тепловой двигатель работает по циклу 1-2-3-1. Рабочее вещество – один моль одноатомного идеального газа. Для вычисления КПД цикла ученик десятого класса построил график зависимости молярной теплоемкости  $C$  газа (в единицах универсальной газовой постоянной  $R$ ) от температуры в процессах: 1-2,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



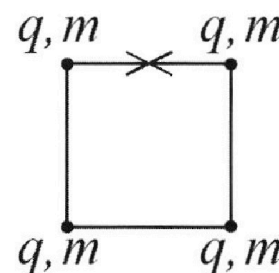
1) Найдите работу  $A_{12}$  газа в процессе 1-2.

2) Найдите КПД  $\eta$  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  $b$  (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
<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!



~1

1. Рассмотрим движение тела в проекции на OY.

$$v_0 \sin \alpha - g t = 0$$

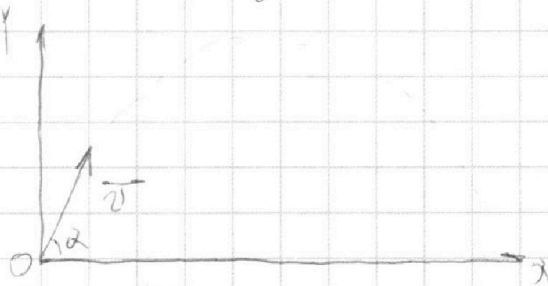
когда он достиг высоты.

тогда его скорость равна 0.

$$\sin \alpha = 1 \quad (\text{н.д. вверх, вверх} \Rightarrow \alpha = 90^\circ)$$

$$v_0 = g t$$

$$v_0 = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot 2 = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$



$\alpha$  - угол между  
скоростью и  
горизонталью  
в нач. м. времени

2.  $S = v_0 \cos \alpha \cdot t_1$

$t_1$  - время полета  
тела до земли

$$h = v_0 \sin \alpha t_1 - \frac{g t_1^2}{2}$$

$$t_1 = \frac{S}{v_0 \cos \alpha}$$

$$h = v_0 \sin \alpha \cdot \frac{S}{v_0 \cos \alpha} - \frac{g \left( \frac{S}{v_0 \cos \alpha} \right)^2}{2}$$

$$h = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2 \cos^2 \alpha} = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

$$\frac{1}{\cos^2 \alpha} = \frac{\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} = \operatorname{tg}^2 \alpha + 1$$

$$h = S \operatorname{tg} \alpha - \frac{g S^2}{2 v_0^2} - \frac{g S^2}{2 v_0^2} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha$$

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!



$$\frac{gs^2}{2v_0^2} \operatorname{ctg}^2 \alpha - S \operatorname{ctg} \alpha + h + \frac{gs^2}{2v_0^2} = 0$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{S \pm \sqrt{S^2 - 4 \left( h + \frac{gs^2}{2v_0^2} \right) \cdot \frac{gs^2}{2v_0^2}}}{\frac{gs^2}{2v_0^2}}$$

$h$ -max при:

$$S - 4 \left( h + \frac{gs^2}{2v_0^2} \right) \cdot \frac{gs^2}{2v_0^2} = 0$$

$$S^2 - 4 \left( h + \frac{gs^2}{2v_0^2} \right) \cdot \frac{gs^2}{2v_0^2} = 0$$

$$h = \frac{S^2 - 4 \frac{gs^2}{2v_0^2}}{4} = \frac{S^2}{4} - \frac{gs^2}{v_0^2}$$

$$h = \frac{S^2}{4 \frac{gs^2}{2v_0^2}} - \frac{gs^2}{2v_0^2} = \frac{S^2 v_0^2}{2gs^2} - \frac{gs^2}{2v_0^2} =$$

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

Ответы: 1)  $20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

2)  $15 \text{м}$ .

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



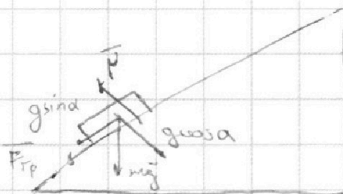
Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



2.

1. Запишем что:

$N = mg \cos \alpha$  — сила реакции опоры



$F_{тр} = \mu mg \cos \alpha$  — сила трения (вдоль лентки)

$a_1 = \frac{\mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha}{m} = g(\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$

$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \Rightarrow \cos \alpha = 0,6$

Когда до основания:  $a = g(0,8 + \frac{1}{5} \cdot 0,6) = 0,9g$

$\Delta X_1 = \frac{v_0^2}{2g} = v_0 \cdot \frac{v_0}{g} = \frac{g(\frac{v_0}{g})^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}$

$\Delta X_1 = \frac{(4 \frac{m}{c})^2}{2 \cdot 10 \frac{m}{c^2}} = 0,8m$        $t_1 = \frac{v_0}{g} = \frac{4 \frac{m}{c}}{10 \frac{m}{c^2}} = 0,4c$

когда после начала движения в другую сторону:

$a_2 = \frac{mg \sin \alpha - \mu mg \cos \alpha}{m}$  — коробка движется вверх, сила трения направлена вверх

$a_2 = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 0,9g(0,8 - \frac{1}{5} \cdot 0,6) = 0,6g$

$\Delta X_2 = 5 \cdot \Delta X_1 = 1m \cdot 0,8m = 0,8m$

$\Delta X_2 = \frac{0,6g t_2^2}{2} \Rightarrow$

$t_2$  — время до точки 1m с момента остановки

$t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,8m}{0,6g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,24}{0,6 \frac{m}{c^2}}} = \sqrt{\frac{0,8}{0,6}} \approx 0,26c$

$T = t_1 + t_2 = 0,4c + 0,26c = 0,66c$

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. Заметим, что если  $v_{1x} = 2 \frac{m}{c}$  - это невозв.  
отклонение по 1 кмч.  
ко, если предположим, что:

$$a_3 = a_1$$

$$t_3 = \frac{v_0 - v}{a_1} = \frac{4 \frac{m}{c} - 2 \frac{m}{c}}{10 \frac{m}{c^2}} = 0,2 c$$

$$L = v_0 t_3 = \frac{a_1 t_3^2}{2} = 4 \frac{m}{c} \cdot 0,2 c = \frac{10 \frac{m}{c^2} \cdot 0,04 c^2}{2} = 0,2 m = 0,2 m$$

3. После того, как коробки станут невозв. относительно земли, они продолжат двигаться вверх, но уже будет бол против земли пружинитера →

$$a_4 = a_2$$

$$t_4 = \frac{v - 0}{a_2} = \frac{2 \frac{m}{c}}{6 \frac{m}{c^2}} = \frac{1}{3} c$$

$$L_1 = v \cdot t_4 = \frac{a_2 \cdot t_4^2}{2} = 2 \frac{m}{c} \cdot \frac{1}{3} c = \frac{6 \frac{m}{c^2} \cdot (\frac{1}{3} c)^2}{2} = \frac{2}{3} m - \frac{1}{3} m = \frac{1}{3} m$$

$$L = (L_1 + L) \cdot \sin \alpha = \left( \frac{1}{3} m + \frac{1}{3} m \right) \cdot 0,8 \approx 0,53 m$$

2. Заметим, что после отклонения по 1 кмч повороте коробки

будет разогнана в обр. сторону (уик.  $a_2$ )

$$t_5 = \frac{2 \frac{m}{c}}{6 \frac{m}{c^2}} = \frac{1}{3} c \quad L_2 = \frac{a_2 \cdot t_5^2}{2} = \frac{6 \frac{m}{c^2} \cdot \frac{1}{9} c^2}{2} = \frac{1}{3} m$$

$$L_* = L + L_1 - L_2 = 0,6 m - \text{расстояние на которое опало тело } 2 \frac{m}{c} \text{ (второй случай)}$$

Ответ 1) 0,8c 2) 0,6m 3) 0,747m

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

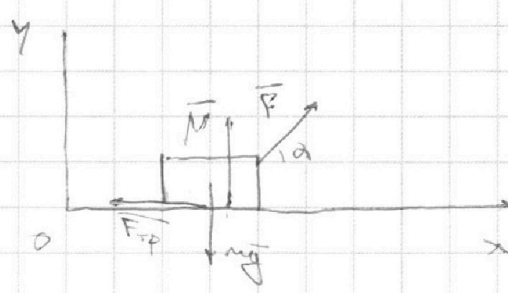
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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!

1.  $N_1 = F \cdot \sin \alpha + mg$ ;  $F_{\text{тр}} = \mu N_1$   
 $F_{c1} = F \cos \alpha$  *разомкнутая цепь*



$v_0 = \int a dt = \frac{F_{x1}}{m} t$

$v_0 = a_{x1} t = \frac{F_{x1}}{m} t = \frac{F_{c1} - F_{\text{тр}}}{m} t = \frac{F \cos \alpha - \mu (mg + F \sin \alpha)}{m} t$

2. *another example*

$N_2 = mg$ ;  $F_{\text{тр}} = \mu N_2$

$F_{x2} = F$

$v_0 = a_{x2} t = \frac{F_{x2}}{m} t = \frac{F_{c2} - F_{\text{тр}}}{m} t = \frac{F - \mu mg}{m} t$

$\frac{m v_0}{t} = F - \mu mg = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) - \mu mg$

$F = F (\cos \alpha + \mu \sin \alpha) \Rightarrow \cos \alpha + \mu \sin \alpha = 1$

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

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

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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

2. В момент когда снами сталкиваются?

$$\alpha_x = -\mu \sin \alpha$$

$$\text{Почему: } V_0 = \mu \sin \alpha \cdot T$$

$$\Rightarrow T = \frac{V_0}{\mu \sin \alpha} = \frac{V_0}{\frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} g} = \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$

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

$$2) T = \frac{V_0 \sin \alpha}{(1 - \cos \alpha) g}$$



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

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



~4.

1) Рассмотрим суммарную работу:

$$Q_1 = C_1 \Delta T_1$$

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

$$A = \frac{1}{2} R \Delta T_1 = \frac{1}{2} R \cdot (1600\text{K} - 400\text{K}) = 200\text{K} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot \text{моль} \approx$$

$$\approx 10\text{кДж}$$

2) Во втором процессе:

$$Q_2 = C_2 \Delta T_2 \quad (Q_2 < 0)$$

$$\frac{3}{2} R \Delta T_2 + A_2 = C_2 \Delta T_2$$

$$\frac{3}{2} R + \frac{A_2}{\Delta T_2} = \frac{1}{2} R$$

$$-R = \frac{A_2}{\Delta T_2}$$

$$-R \Delta T_2 = A_2$$

$$\text{моль} \cdot R \cdot (\sqrt{8} \cdot 400\text{K} - 1600\text{K}) = A_2$$

$$8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot (1600\text{K} - \sqrt{2} \cdot 800\text{K}) = A_2$$

$$A_2 \approx 3,9\text{кДж}$$

$$\eta = \frac{A_1 + A_2 + A_3}{Q_1} = \frac{10\text{кДж} + 3,9\text{кДж} - 6,1\text{кДж}}{20\text{кДж}} = \frac{7,8\text{кДж}}{20\text{кДж}} \approx 39\%$$

Во втором процессе

$$C_2 = \frac{5}{2} R \text{ — удельная работа}$$

$$R \Delta T = A_3$$

$$A_3 = R \cdot (\sqrt{8} + 1) \cdot 400\text{K}$$

$$A_3 = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot (100\text{K} - 800\text{K})$$

$$A_3 = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{K}} \cdot (-700\text{K}) \cdot \text{моль}$$

$$A_3 = -6,1\text{кДж}$$

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

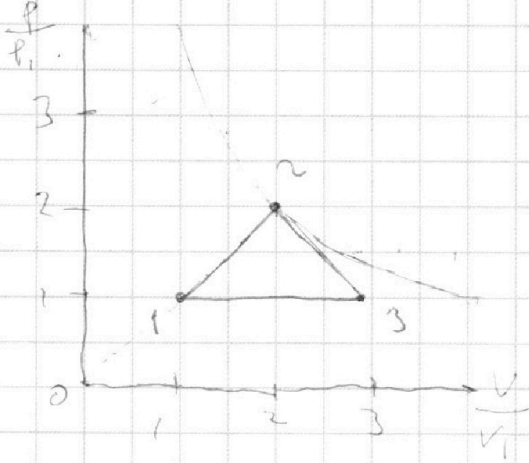
Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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

3) процесс 1-2-3 - изобарный:



$$A_1 = 15 R P_1 V_1$$

- это цикл

одно расширение, один

сокращение

на изобарах  $pV = \mu T_1$

Эта изобар. перемена

изобары в  $P \propto 1/V$ ,  
 $V = 2V_1$

Так как  $C_p = \text{const}$ , то изобары

на изобар. процессе можно проинтегрировать

на изобар. процесс температуры  $\Rightarrow$  это кривая (1-2)

Также самое для (2-3).

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

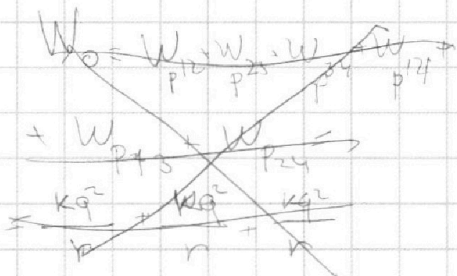
Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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

2. Система из четырех шаров



	1	2	3	4
1	X	.	.	.
2	X	X	.	.
3	X	X	X	.
4	X	X	X	X

← Энергия взаимной к.у. системы  
 $W_{p12} = \frac{kq^2}{r}$ ;  $W_{p13} = \frac{kq^2}{\sqrt{2}r}$   
 $W_{p14} = \frac{kq^2}{r}$

$W_{1 \rightarrow \text{эф.}} = \frac{W_{p12} + W_{p13} + W_{p14}}{2}$

← н.к. энергии взаимной к.у. системы заряда, а у глюк

$W_{4 \rightarrow \text{эф.}} = \frac{W_{p14} + W_{p24} + W_{p34}}{2} = W_{1 \rightarrow \text{эф.}}$  н.к. система симм.

$(W_{1 \rightarrow \text{эф.}} + W_{2 \rightarrow \text{эф.}} + W_{3 \rightarrow \text{эф.}} + W_{4 \rightarrow \text{эф.}} = W_0; W_{p12} + W_{p13} + W_{p14} + W_{p23} + W_{p24} + W_{p34})$   
 $(\frac{W_{p12} + W_{p13} + W_{p14}}{2} + \frac{W_{p23} + W_{p24} + W_{p34}}{2} + \frac{W_{p23} + W_{p24} + W_{p34}}{2} + \frac{W_{p14} + W_{p13} + W_{p12}}{2} = W_0)$

После изменения

$W_{1 \rightarrow \text{эф.}} = W_{1 \rightarrow \text{эф.}}' = \frac{W_{p14}' + W_{p13}' + W_{p12}'}{2} + \frac{m\psi^2}{2}$   
 $W_{p12}' = \frac{kq^2}{r}; W_{p13}' = \frac{kq^2}{2r}; W_{p14}' = \frac{kq^2}{3r}$

$W_{4 \rightarrow \text{эф.}}' = W_{1 \rightarrow \text{эф.}}'$  - система симметрична

$\frac{m\psi^2}{2} = W_{1 \rightarrow \text{эф.}} - W_{1 \rightarrow \text{эф.}}' = \frac{\frac{kq^2}{r} + \frac{kq^2}{r} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}r}}{2} - \frac{\frac{kq^2}{r} + \frac{kq^2}{2r} + \frac{kq^2}{3r}}{2}$   
 $\Rightarrow m\psi^2 = \frac{kq^2}{r} + \frac{\sqrt{2}kq^2}{2r} - \frac{kq^2}{2r} - \frac{kq^2}{2r} = \frac{6kq^2 + 3\sqrt{2}kq^2 - 3kq^2 - 2kq^2}{6r}$   
 $\psi^2 = \left(\frac{1+3\sqrt{2}}{6}\right) \frac{kq^2}{m} \Rightarrow \psi = \sqrt{\frac{(1+3\sqrt{2})kq^2}{6m}}$

Ответ: 1)  $T = \frac{kq^2}{b^2} + \frac{kq^2}{25b^2}$ ; 2)  $\psi = \sqrt{\frac{(1+3\sqrt{2})kq^2}{6m}}$ ; 3)  $\frac{\sqrt{5}}{2} b$

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!

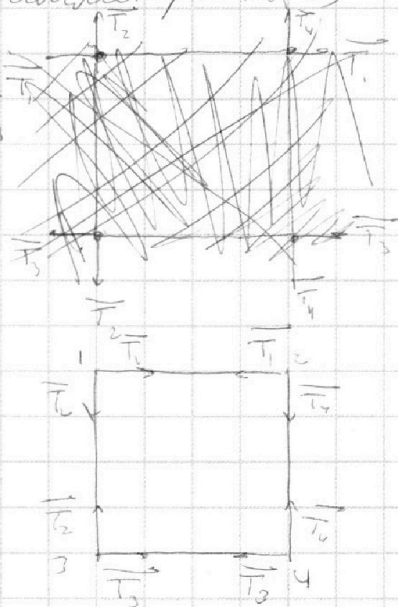
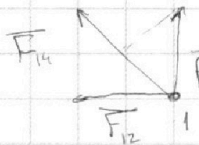


~5.

1. Заметим, что все системы симметричны  $\Rightarrow$

$$T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T$$

$$\vec{F}_{\Sigma} = \vec{F}_{12} + \vec{F}_{13} + \vec{F}_{14}$$



$$r_1 = \sqrt{(\sqrt{2}b)^2 + \sqrt{\frac{b^2}{2} + \frac{b^2}{2}}}$$

он самый главный  $\Rightarrow$  ~~он самый главный~~

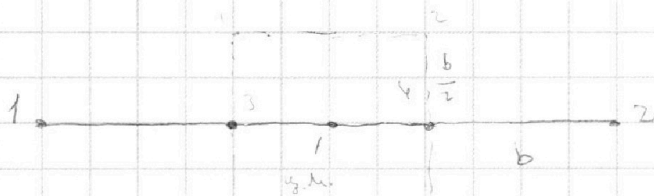
$$F_{\Sigma} = F_{14} + \frac{\sqrt{2}}{2} F_{13} + \frac{\sqrt{2}}{2} F_{12} = \frac{kq^2}{2b^2} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b^2} + \frac{kq^2}{\sqrt{2}b^2} = \frac{(2\sqrt{2}+1)kq^2}{2b^2}$$

$$F_{\Sigma} = \frac{\sqrt{2}}{2} T + \frac{\sqrt{2}}{2} T = \sqrt{2} T$$

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

3. Заметим, что на шарики не действуют внешние силы  $\Rightarrow$  с.м. останется на месте.

с.м.  $\Rightarrow$  с.м. останется на месте.



$$d = \sqrt{\frac{b^2 + b^2}{4}} = \frac{\sqrt{2}}{2} b$$

Далее стоит заметить, что при разд. экранов ~~два заряда~~  $\Rightarrow$  ~~энергия уменьшается~~

взаимодействие энергии ~~уменьшается~~  $\Rightarrow$  сразу у двух зарядов  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  когда расширяем один заряд, ~~энергия~~  $\Rightarrow$  ~~константа~~

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!



$$\begin{array}{r} \times 0,93333 \\ 0,8 \\ \hline 0,72 \\ \phantom{0,72} 224 \\ \phantom{0,72} 224 \\ \phantom{0,72} 224 \\ \hline 0,746666 \end{array}$$

$$0,8 \overline{) 3} \\ \underline{0,060}$$

$$(130 - 470 = 660)$$

$$800 \cdot 1,41 = 1128 \rightarrow \approx 12$$

$$0,3 - 0,3 = 0,09$$

$$1600 - (130 - 470) = 470 \cdot 8,31$$

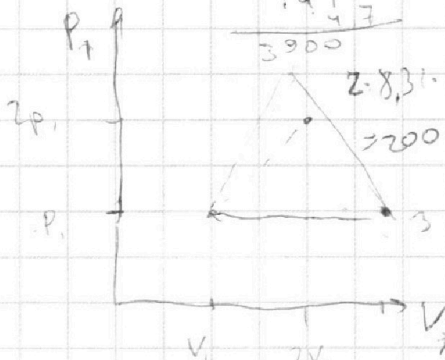
$$0,746666$$

$$0,25 - 0,25 = 0,0675$$

$$130 - 470 \\ 1200 \cdot 8,31 = 8$$

$$0,26 - 0,26 = 0,0675$$

$$\begin{array}{r} 470 \\ 831 \\ \hline 3760 \\ 141 \\ \hline 3900 \end{array}$$



$$2 \cdot 8,31 \cdot 1200 = 2200$$

$$\frac{4}{15} = \frac{8}{3}$$

1,25I  
Z = 2,5RT  
1,25Z = 1,875RT  
= 1,875RT

$$\frac{1}{2} R \cdot (4T_1 + 4\sqrt{8}T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} R (\sqrt{8}T_1 - 4T_1) + RT_1$$

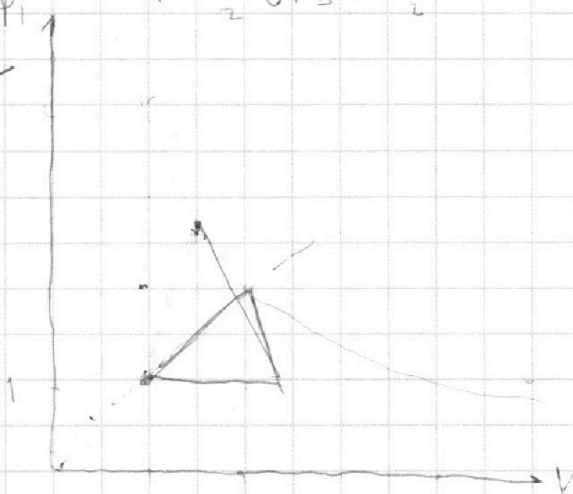
$$\frac{1}{2} R (\sqrt{8}T_1 - 4T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} R (\sqrt{8}T_1 - 4T_1) + R(4T_1 - 4T_1)$$

$$Q = \frac{3}{2} R \cdot 5T_1 = \frac{3}{2}$$

$$\frac{5}{2} R (\sqrt{8}T_1 - T_1) =$$

$$= \frac{3}{2} R (\sqrt{8}T_1 - T_1) = \frac{2}{2} R T_1$$



$$8,31 \cdot 730 = 730 \cdot 8,31 = 890$$

$$C = 2R \cdot (9T_1 - T_1) = 8RT_1$$

$$13,9 - 61 =$$

$$= \frac{3}{2} R (8T_1 - T_1) + A_2 =$$

$$\Rightarrow A_2 = \frac{3}{2} RT_1$$

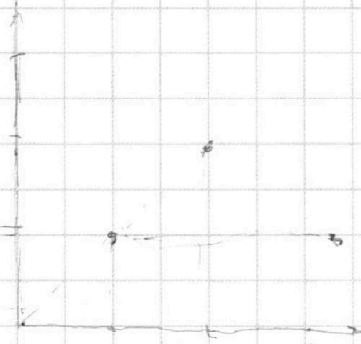
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,  
решение которой представлено на странице:

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



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



$$250 \quad 1,5 p \cdot V_1 + \frac{3}{2} \frac{p \cdot V_1}{\rho} \quad 3 p \cdot V_1$$

$$C_{OT} = Q$$

$$C_{OT} = A + \frac{3}{2} R_{OT}$$

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

$$\frac{1}{2} R_{OT} = A$$