



# Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

## Вариант 11-07

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

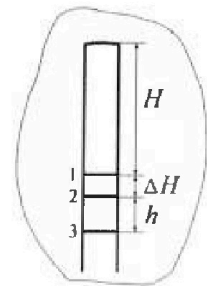


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы  $3m$ , скорость  $2V_0$ , масса второй шайбы  $4m$ , скорость  $V_0$ . Угол между направлениями скоростей  $60^\circ$ . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина массы  $m$ .



- 1) Найдите скорость шайб, если после столкновения они приклеились друг к другу.
  - 2) На какую величину  $E_0$  увеличится внутренняя энергия системы после такого столкновения?
  - 3) Известно, что произошел такой удар, что шайбы не слиплись, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя энергия системы увеличилась на величину  $2E_0/5$  (см. предыдущий пункт задачи). Найдите модуль скорости одной шайбы относительно другой после такого удара.
- Движения шайб до и после удара поступательные. В ответах допустимы обыкновенные дроби и радикалы.

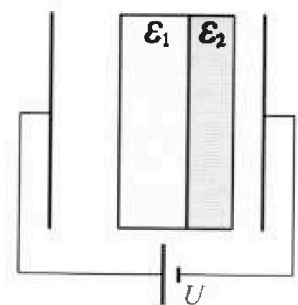
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину  $H = 30$  см, температура установилась  $t_1 = 17^\circ\text{C}$ , в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры  $t_2 = 77^\circ\text{C}$ , сохраняя прежнее давление. При этом вода в пробирке быстро опустилась с уровня 1 до уровня 2. После этого уровень воды начал медленно двигаться до уровня 3, опустившись на  $h = 10$  см. Изменением гидростатического давления на границе «воздух – вода» в пробирке можно пренебречь.



- 1) Найти расстояние  $\Delta H$  между первым и вторым уровнями.
- 2) Найти давление в пробирке  $P_0$ . Ответ дать в мм. рт. ст.

*Примечание:* давление насыщенного пара воды при температуре  $t_1$  равно  $P_1 = 15$  мм. рт. ст., при температуре  $t_2$  равно  $P_2 = 305$  мм. рт. ст.

3. В плоский конденсатор с площадью обкладок  $S$  и расстоянием между ними  $d$  помещены параллельно обкладкам и напротив них две соприкасающиеся пластины (см. рис.). У одной пластины диэлектрическая проницаемость  $\epsilon_1 = 3$ , толщина  $d/2$ , у другой пластины  $\epsilon_2 = 4$ , толщина  $d/3$ . У обеих пластин площадь каждой из двух поверхностей равна  $S$ . Конденсатор подключен к источнику с напряжением  $U$ .



- 1) Найти напряженность электрического поля  $E$  в левом воздушном зазоре конденсатора.
- 2) Найти заряд  $Q$  положительно заряженной обкладки конденсатора.
- 3) Найти связанный (поляризационный) заряд  $q$  на границе соприкосновения пластин.

Ответы давать с числовыми коэффициентами в виде обыкновенных дробей.

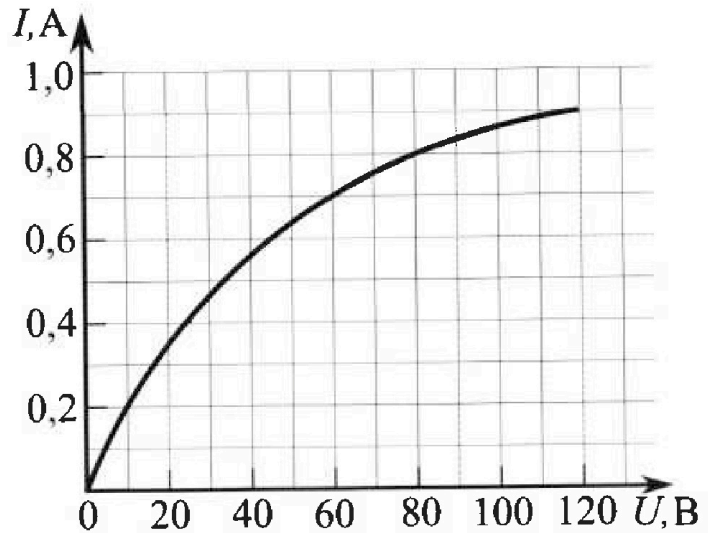
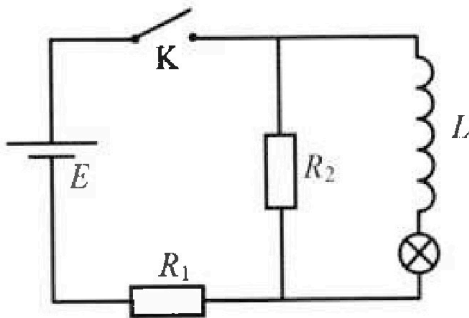
Олимпиада «Физтех» по физике,  
февраль 2023

Вариант 11-07

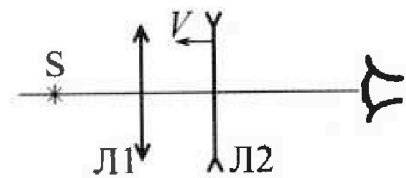
Во всех задачах, в ответах допустимы обыкновенные дроби  
и радикалы.

4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные,  $L = 0,25$  Гн,  $E = 120$  В,  $R_1 = 100$  Ом,  $R_2 = 50$  Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

- 1) Найти ток  $I_{10}$  через  $R_1$  сразу после замыкания ключа.
- 2) Найти скорость возрастания тока через катушку сразу после замыкания ключа.
- 3) Найти ток через лампочку в установившемся режиме после замыкания ключа.



5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние  $F_1 = 20$  см, у линзы Л2 фокусное расстояние  $F_2 = -10$  см. Неподвижный точечный источник света  $S$  расположен на расстоянии  $d = 10$  см от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 приближается к Л1 с постоянной скоростью  $V = 1$  см/с. Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).



- 1) На каком расстоянии  $x_0$  от линз будет изображение, когда Л2 приблизится вплотную к Л1?
- 2) На каком расстоянии  $x$  от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет  $L = 20$  см?
- 3) Найти скорость  $U$  (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет  $L = 20$  см.

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

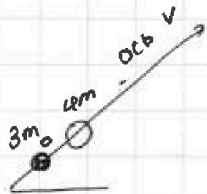
1	2	3	4	5	6	7
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

МФТИ

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

Продолжение:

→ вдоль оси по которой направлена  $v$  запишем з.с.и и з.с.т



$$\Rightarrow 4m \cdot v_0 \sqrt{7} = 3m u_1 + 5m u_2 \quad (1)$$

$$\frac{4m \cdot v_0^2 \cdot 7}{2} = \frac{3m u_1^2}{2} + \frac{5m u_2^2}{2} + \frac{2}{5} E_0 \quad (2)$$

$$E_0 = 7m v_0^2$$

$$\Rightarrow \frac{4m v_0^2 \cdot 7}{2} = \frac{3m u_1^2}{2} + \frac{5m u_2^2}{2} + \frac{2}{5} \cdot 7m v_0^2$$

$$\Rightarrow 7m v_0^2 \left( \frac{4}{2} - \frac{2}{5} \right) = \frac{3m u_1^2}{2} + \frac{5m u_2^2}{2}$$

$$7m v_0^2 \cdot \frac{16}{10} = \frac{3m u_1^2}{2} + \frac{5m u_2^2}{2}$$

а относительная скорость

$$7m v_0^2 \cdot \frac{16}{5} = 3m u_1^2 + 5m u_2^2 \quad (2)$$

$$(1) \quad 4v_0 \sqrt{7} = 3u_1 + 5u_2 \Rightarrow u_2 = \frac{4v_0 \sqrt{7} - 3u_1}{5}$$

$$\Rightarrow 7m v_0^2 \frac{16}{5} = \frac{3m u_1^2}{2} + \frac{5}{2} m \cdot \frac{16v_0^2 \cdot 7 - 24v_0 u_1 \sqrt{7} + 9u_1^2}{25}$$

$$7m v_0^2 \frac{16}{5} = \left( \frac{3m u_1^2}{2} \right) + \frac{m}{10} (16 \cdot 7 v_0^2 - 24v_0 u_1 \sqrt{7} + 9u_1^2)$$

$$\frac{24m u_1^2}{10} - \frac{24}{10} m v_0 u_1 \sqrt{7} + \frac{16 \cdot 7 v_0^2 m}{10} - \frac{7m v_0^2 \cdot 16}{5} = 0$$

$$\frac{24u_1^2}{10} - \frac{24}{10} v_0 u_1 \sqrt{7} + \frac{16 \cdot 7 v_0^2}{10} \left( \frac{1}{10} - \frac{1}{5} \right) = 0$$

$$\frac{24}{10} u_1^2 - \frac{24}{10} v_0 u_1 \sqrt{7} - \frac{16 \cdot 7}{10} v_0^2 = 0 \quad \cdot 10$$

$$D = 144 + 16 \cdot 7 \cdot 24 = 2832 \Rightarrow u_1 = \frac{(24 - \sqrt{2832}) v_0}{24}$$



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!

$$\begin{aligned} \Rightarrow U_2 - U_1 &= \frac{4V_0\sqrt{7} - 3U_1 - 5U_2}{5} = \frac{4V_0\sqrt{7} - 8U_1}{5} \\ &= \frac{4V_0\sqrt{7} - V_0 + \frac{\sqrt{2832}}{24} V_0}{5} = U_{\text{отн}} \end{aligned}$$

Ответ:  $U_{\text{отн}} = \frac{4V_0\sqrt{7} - V_0 + \frac{\sqrt{2832}}{24} V_0}{5}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



- 1  2  3  4  5  6  7

МОТИ

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

(1)  $6mV_0 = 3mU_{x1} + 5mU_{x2}$   $m \neq 0 \Rightarrow$  сократим

(2)  $2mV_0\sqrt{3} = 3mU_{y1} + 5mU_{y2}$

(1)  $6V_0 = 3U_{x1} + 5U_{x2} \Rightarrow$  запишем 3.с.7 с учетом появления внутренней энергии.

(2)  $2V_0\sqrt{3} = 3U_{y1} + 5U_{y2}$

$$\Rightarrow \frac{4m \cdot 4V_0^2}{2} + \frac{4m \cdot V_0^2}{2} = \frac{2E_0}{5} + \frac{3m(U_{x1}^2 + U_{y1}^2)}{2} + \frac{5m(U_{x2}^2 + U_{y2}^2)}{2}$$

$$E_0 = 4mV_0^2 \Rightarrow \frac{16mV_0^2}{2} + \frac{4mV_0^2}{2} = \frac{2}{5} \cdot 4mV_0^2 + \frac{3m(U_{x1}^2 + U_{y1}^2)}{2} + \frac{5m(U_{x2}^2 + U_{y2}^2)}{2}$$

$$8V_0^2 + 2V_0^2 = 1,6V_0^2 + \frac{3}{2}(U_{x1}^2 + U_{y1}^2) + \frac{5}{2}(U_{x2}^2 + U_{y2}^2)$$

$$8,4V_0^2 = \frac{3}{2}(U_{x1}^2 + U_{y1}^2) + \frac{5}{2}(U_{x2}^2 + U_{y2}^2) \quad (3)$$

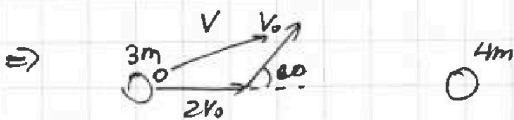
перейдем в С.О. первой шайбы  $\Rightarrow V_{0\text{мш}} = \sqrt{(U_{x2} - U_{x1})^2 + (U_{y2} - U_{y1})^2}$   
 $V_{0\text{мш}x} = U_{x2} - U_{x1}$   $\Rightarrow$  подставим в 1, 2 и 3  
 $V_{0\text{мш}y} = U_{y2} - U_{y1}$

(1)  $6V_0 = 3U_{x1} + 5U_{x1} + 5V_{0\text{мш}x}$

(2)  $2V_0\sqrt{3} = 3U_{y1} + 5U_{y1} + 5V_{0\text{мш}y}$

$E_0 = 7mV_0^2 \Rightarrow \frac{16mV_0^2}{2} + \frac{4mV_0^2}{2} = \frac{2}{5} \cdot 7mV_0^2 + \dots$

Однако здесь учитывать относительную скорость будет сложно  $\Rightarrow$  можем перейти в С.О. 4м (второй шайбы), т.к. она инерциальная ~~то + нет~~ ~~будет происходить~~



$$\Rightarrow V^2 = 4V_0^2 + V_0^2 - 2 \cdot V_0 \cdot 2V_0 \cos 120 = 4V_0^2 + V_0^2 + 4V_0^2 \cdot \cos 60 = 5V_0^2 + 2V_0^2 = 7V_0^2$$

$\Rightarrow V = V_0\sqrt{7}$

продолжение на след стр.

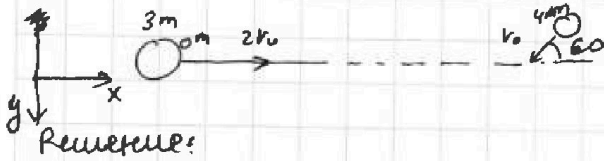
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



Решение:

1) Внешних сил нет  $\Rightarrow$  можем записать з.с.и  $\varphi$  по осм  $x$  и  $y$ :

по  $x$ :  $4m \cdot 2v_0 - 4m \cdot v_0 \cos 60 = 8m \cdot u_x$  (1)

по  $y$ :  $4m \cdot v_0 \sin 60 = 8m u_y$  (2)

(1)  $8m v_0 - 2m v_0 = 8m u_x$   
 $8m u_x = 6m v_0$

$u_x = \frac{3}{4} v_0$

(2)  $u_y = \frac{v_0 \sin 60}{2} = \frac{v_0 \sqrt{3}}{4}$

$\Rightarrow u_{шайба} = \sqrt{u_y^2 + u_x^2} = \sqrt{\frac{v_0^2 \cdot 3}{16} + \frac{9}{16} v_0^2} =$   
 $= \sqrt{\frac{v_0^2 \cdot 12}{16}} = \sqrt{v_0^2 \cdot \frac{3}{4}} = \frac{v_0 \sqrt{3}}{2}$

Ответ:  $u_{шайба} = \frac{v_0 \sqrt{3}}{2}$

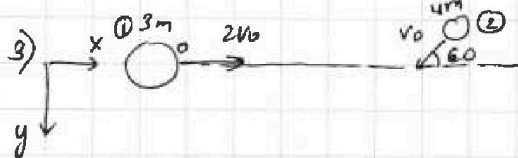
2)  $\Rightarrow$  запишем з.с.и:

$\frac{4m \cdot 4v_0^2}{2} + \frac{4m \cdot v_0^2}{2} = E_0 + \frac{8m \cdot v_0^2 \cdot 3}{4 \cdot 2}$

$\Rightarrow E_0 = \frac{16m v_0^2 + 4m v_0^2 - 2m v_0^2 \cdot 3}{2} = \frac{16m v_0^2 + 4m v_0^2 - 12m v_0^2}{2}$

$= \frac{18m v_0^2}{2} = 9m v_0^2$

Ответ:  $E_0 = 7m v_0^2$



$\Rightarrow$  пластилин прилип к шайбе 2

$\Rightarrow$  внешних сил нет  $\Rightarrow$  з.с.и по осем  $x$  и  $y$ :

$\Rightarrow$  по осм  $x$ :  $4m \cdot 2v_0 - 4m \cdot v_0 \cos 60 = 3m u_{x1} + 5m \cdot u_{x2}$  (1)

по осм  $y$ :  $4m \cdot v_0 \cdot \sin 60 = 3m u_{y1} + 5m u_{y2}$  (2)

$\rightarrow$  продолжение

Дано: масса первой 3m;  
масса кусочка пластилина m;  
масса второй шайбы 4m  
скорость первой шайбы  $2v_0$   
и к ней прикреплён кусочек пластилина  
скорость второй шайбы  $v_0$   
под углом  $60^\circ$  к гориз.  
линей движению 3m

- 1) шайбы приклеились, найти их скорость - ?
- 2) на какую величину  $E_0$  увеличилась внутренняя энергия системы после такого столкновения - ?
- 3) шайбы не слиплись, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя энергия системы увеличилась на  $2E_0/5$ ;  $v_0$  правой шайбы относительно другой после удара - ?

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

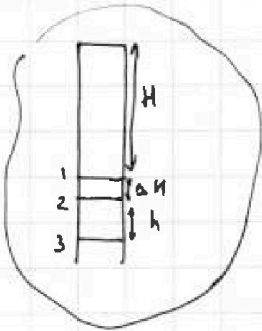
решение которой представлено на странице:



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!



Дано.  $h = 30 \text{ см}$   $P$  сохраняется const

$t_1 = 17^\circ\text{C}$ ; влажный воздух

$t_2 = 77^\circ\text{C}$ ;

Вода быстро опускается до  $h + \Delta H$

затем медленно опустилась до  $h$  (еще)

$h = 10 \text{ см}$

изменением влажности парциального давления

пренебречь (воздух - вода);  $P_{\text{н.п.}}$  при  $t_1 = 15 \text{ мм рт.ст.}$   
 $P_{\text{н.п.}}$  при  $t_2 = 305 \text{ мм рт.ст.}$

1)  $\Delta H$  - ?

2)  $P_0$  - ?

Решение:

1) когда быстро опустилась до  $t_2$ , то пар не успел стать насыщенным при той температуре  $\Rightarrow$  просто изменил свое кол-во давление как идеальный газ

$\Rightarrow$  пусть  $\nu_0$  - моль воздуха  
 $\nu$  - моль насыщенного пара

$$\Rightarrow P_0 \nu_0 = (1) P_0 \nu_0 \cdot H \cdot S = \nu_0 R T_1 \rightarrow (2) P_0' (H + \Delta H) S = \nu_0 R T_2$$

$$(3) P_{\text{н.п.}} \cdot H \cdot S = \nu \cdot R T_1 \rightarrow (4) P_{\text{пара}}' (H + \Delta H) S = \nu R T_2$$

$$\frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{P_0 \cdot H}{P_0' (H + \Delta H)} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$a \quad T_1 = 17 + 273 \text{ K} = 290 \text{ K}$$

$$T_2 = 77 + 273 \text{ K} = 350 \text{ K}$$

$$\frac{(3)}{(4)} \Rightarrow \frac{P_{\text{н.п.}} \cdot H}{P_{\text{пара}}' (H + \Delta H)} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\Rightarrow \text{Давление const} \Rightarrow P_0 + P_{\text{н.п.}} = P_{\text{пара}}' + P_0'$$

$$P_0 + P_{\text{н.п.}} = \frac{P_{\text{н.п.}} H T_2}{T_1 (H + \Delta H)} + \frac{P_0 \cdot H T_2}{T_1 (H + \Delta H)}$$

$$P_0 + P_{\text{н.п.}} = (P_{\text{н.п.}} + P_0) \frac{H T_2}{T_1 (H + \Delta H)} \quad P_0 + P_{\text{н.п.}} \neq 0$$

$$\Rightarrow H T_2 = T_1 (H + \Delta H) \Rightarrow H (T_2 - T_1) = T_1 \Delta H \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta H = H \frac{T_2 - T_1}{T_1} = H \cdot \frac{60}{290} = H \cdot \frac{6}{29} =$$

$$= 30 \cdot \frac{6}{29} \text{ см} = \frac{180}{29} \text{ см}$$

Ответ:  $\Delta H = \frac{180}{29} \text{ см}$ .

$\rightarrow$  продолжим!

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!

2) когда достигнет уровня  $h \Rightarrow$  пар стал слева насыщенным

$$\Rightarrow P_B'' (H + \Delta H + h) = P_0 RT_2 \quad (1) \quad \text{а давление насыщенного пара}$$
$$P_{B_0} H = P_0 RT_1 \quad (2) \quad \text{станет } P_2$$

$$\Rightarrow \text{Давление const} \Rightarrow P_B'' + P_2 = P_{B_0} + P_1$$

$$\Rightarrow \frac{(1)}{(2)} \Rightarrow \frac{P_B'' (H + \Delta H + h)}{P_{B_0} \cdot H} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow P_B'' = \frac{T_2 \cdot P_{B_0} \cdot H}{T_1 (H + \Delta H + h)}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2 \cdot P_{B_0} \cdot H}{T_1 (H + \Delta H + h)} + P_2 = P_{B_0} + P_1$$

$$\Rightarrow P_2 - P_1 = P_{B_0} \left( 1 - \frac{T_2 H}{T_1 (H + \Delta H + h)} \right) = P_{B_0} \left( \frac{T_1 H + T_1 \Delta H + T_1 h - T_2 H}{T_1 (H + \Delta H + h)} \right)$$

$$\Rightarrow P_{B_0} = \frac{(P_2 - P_1) T_1 (H + \Delta H + h)}{T_1 H + T_1 \Delta H + T_1 h - T_2 H}$$

$$\rightarrow P_0 = P_{B_0} + P_1 = P_1 + \frac{(P_2 - P_1) T_1 (H + \Delta H + h)}{T_1 H + T_1 \Delta H + T_1 h - T_2 H} =$$

$$= 15 \text{ мм рт.ст.} + \frac{290 \text{ мм рт.ст.} \cdot 29^\circ \text{К} \cdot \left( \frac{35}{29} \cdot 30 + 10 \right) \text{ см}}{\left( 29^\circ \left( \frac{35}{29} \cdot 30 + 10 \right) - 35^\circ \cdot 30 \right)} =$$

$$= 15 \text{ мм рт.ст.} + \frac{290 \cdot 29 \cdot 134 / 29}{29 \cdot \frac{134}{29} - 35 \cdot 3} = 15 \text{ мм рт.ст.} + \frac{290 \cdot 134}{29} =$$

$$= 15 \text{ мм рт.ст.} + 10 \cdot 134 \text{ мм рт.ст.} = 1355 \text{ мм рт.ст.}$$

Ответ: 1)  $\frac{180}{29} \text{ см} = \Delta H$

2)  $P_0 = 1355 \text{ мм рт.ст.}$



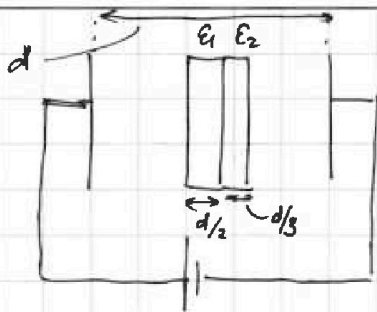
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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:  $\epsilon_1 = 3$ ;  $S$ ;  $U$ ;  $d$ ;  
 $\epsilon_2 = 4$

- 1)  $E$  в левом воздушном зазоре -?
- 2)  $Q$  положительной обкладки конденсатора -?
- 3) Свободной (поляризационной) заряд  $q$  на границе соприкосновения пластин?

Решение:

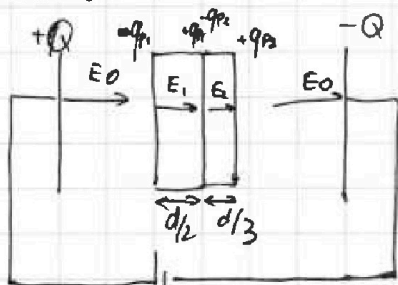


рис. 1 и

$$\Rightarrow E_0 = \frac{Q}{S\epsilon_0} \quad (1)$$

$$E_1 = \frac{Q}{S\epsilon_0} - \frac{q_{P1}}{S\epsilon_0} = \frac{Q}{S\epsilon_0\epsilon_1} \quad (2)$$

т.к. поле в диэлектрике с проницаемостью  $\epsilon$  уменьшается в  $\epsilon$  раз

$$E_2 = \frac{Q}{S\epsilon_0} - \frac{q_{P2}}{S\epsilon_0} = \frac{Q}{S\epsilon_0\epsilon_2} \quad (3)$$

$\Rightarrow$  на обкладках конденсатора будут равные по модулю и противоположные по знаку заряды  $Q$

$\Rightarrow$  в диэлектрике возникнут поляризационные заряды  $\rightarrow$  на поверхности диэлектрика (поле создаваемое обкладками будет их перераспределять) из закона сохранения заряда на поверхностях диэлектрика будут равные по модулю и противоположные по знаку заряды  $\rightarrow$  на первой  $+q_{P1}$  и  $+q_{P2}$  (см рис 1) на второй  $-q_{P2}$  и  $+q_{P2}$

$$(2) \quad \frac{Q}{S\epsilon_0\epsilon_1} = \frac{Q}{S\epsilon_0} - \frac{q_{P1}}{S\epsilon_0} \Rightarrow \frac{Q}{\epsilon_1} = Q - q_{P1} \Rightarrow q_{P1} = Q \left( \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} \right) \quad (2)$$

$$(3) \quad \frac{Q}{S\epsilon_0\epsilon_2} = \frac{Q}{S\epsilon_0} - \frac{q_{P2}}{S\epsilon_0} \Rightarrow \frac{Q}{\epsilon_2} = Q - q_{P2} \Rightarrow q_{P2} = Q \left( \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \right) \quad (3)$$

$$\Rightarrow \text{т.к. напряжение } U \Rightarrow E_1 \cdot \frac{d}{2} + E_2 \cdot \frac{d}{3} + E_0 \left( d - \frac{d}{2} - \frac{d}{3} \right) = U$$

$$E_1 = \frac{E_0}{\epsilon_1} \text{ из (2)} \quad E_2 = \frac{E_0}{\epsilon_2} \text{ из (3)} \Rightarrow E_0 \left( \frac{d}{2\epsilon_1} + \frac{d}{3\epsilon_2} + \frac{d}{6} \right) = U$$

$\rightarrow$  продолжение

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!

$$E_0 \left( \frac{d}{6} + \frac{d}{12} + \frac{d}{6} \right) = U \Rightarrow E_0 d \left( \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \right) = U \Rightarrow E_0 d \frac{5}{12} = U$$
$$\Rightarrow E_0 = \frac{12U}{5d}$$

а)  $E_1 = E = \frac{E_0}{\epsilon_1} = \frac{12U}{5d \cdot 3} = \frac{4U}{5d}$  Ответ:  $E = 4U/5d$

2)  $\frac{Q}{S \epsilon_0} = E_0 = \frac{12U}{5d} \Rightarrow Q = \frac{12U S \epsilon_0}{5d}$  Ответ:

3)  $q = q_{P1} - q_{P2} = Q \left( \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} \right) - Q \left( \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \right)$  из уравнений 2 и 3

$$q = Q \left( \frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} - \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \right) = Q \left( \frac{\epsilon_2 \epsilon_1 - \epsilon_2 - \epsilon_2 \epsilon_1 + \epsilon_1}{\epsilon_1 \epsilon_2} \right) =$$

$$= Q \left( \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 \epsilon_2} \right) = \frac{12U S \epsilon_0}{5d} \left( \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 \epsilon_2} \right) =$$

$$= \frac{12U S \epsilon_0}{5d} \left( \frac{3 - 4}{12} \right) = - \frac{U S \epsilon_0}{5d}$$
 Ответ:  $q = - \frac{U S \epsilon_0}{5d}$

Ответ:

1) $E = \frac{4U}{5d}$
2) $Q = \frac{12U S \epsilon_0}{5d}$
3) $q = - \frac{U S \epsilon_0}{5d}$

или так

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!

$I_2 = \frac{U_1}{R_2} \Rightarrow$  запишем закон Кирхгофа для цепи:

$$E = U_1 + R_1(I_0 + I_2) \sim \\ = U_1 + R_1\left(I_0 + \frac{U_1}{R_2}\right)$$

$\Rightarrow E = U_1 + R_1 I_0 + \frac{U_1 R_1}{R_2}$ , где  $I_0$  - ток текущий через лампочку.

$$\Rightarrow U_1 \left(\frac{R_2 + R_1}{R_2}\right) = E - R_1 I_0$$

$$U_1 = \frac{(E - R_1 I_0) R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow \text{на графике построим}$$

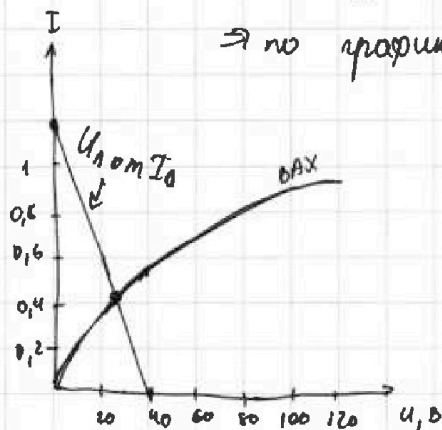
эту зависимость (она линейная  $\Rightarrow$  можно по двум  
удобным точкам)  $U_1 = 0$   
 $I_0 = 0$

$\Rightarrow$  когда  $U_1 = 0 \Rightarrow I_0 = \frac{E}{R_1} = \frac{120 \text{ В}}{100 \text{ Ом}} = 1,2 \text{ А}$

когда  $I_0 = 0 \Rightarrow U_1 = \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = E \cdot \frac{120 \cdot 50}{150} \text{ В} = \frac{120}{3} = 40 \text{ В}$ .

$\Rightarrow$  там где прямая пересекается с ВАХом, там  
и будет  $I_0$  установившейся  $\Rightarrow$

$\Rightarrow$  по графику



$\Rightarrow I_0 \text{ уст} \approx 0,4 \text{ А}$

Ответ:  $I_{\text{уст}} = 0,4 \text{ А}$

Ответ: 1)  $I_{10} = 0,8 \text{ А}$

2)  $\frac{dI}{dU_0} = 160 \text{ А/В}$

3)  $I_{\text{уст}} = 0,4 \text{ А}$  через лампочку

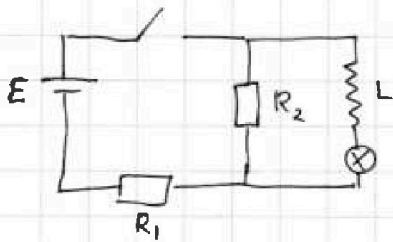
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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. Печать QR-кода недопустима!

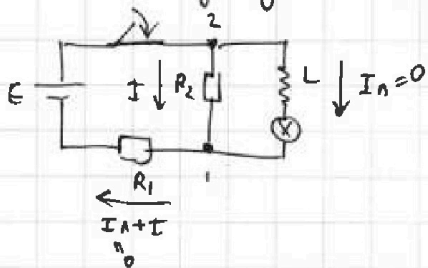


Дано:  $L = 0,25 \text{ Гн}$   
 $E = 120 \text{ В}$   
 $R_1 = 100 \text{ Ом}$   
 $R_2 = 50 \text{ Ом}$ ; ВАХ лампы в условии

Решение:

- 1) сразу после замыкания ток через катушку (из соображений через лампочку не течет), т.к. мгновенно ток через катушку измениться не может  $\Rightarrow I_L = 0 \Rightarrow U_L = 0$

- 1) ток  $I_{10}$  через  $R_1$  сразу после замыкания -?  
 2) скорость возрастания тока через катушку сразу после замыкания -?  
 3) ток через лампочку в установившемся режиме после замыкания -?



$$\Rightarrow I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120}{150} \text{ А} = \frac{12}{15} \text{ А} = \frac{4}{5} \text{ А} = 0,8 \text{ А}$$

Ответ:  $I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2}$

Ответ:  $I_{10} = 0,8 \text{ А}$

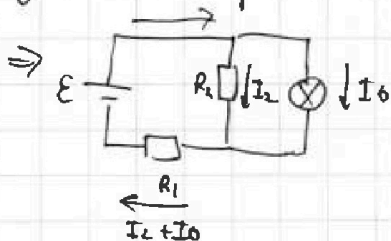
- 2) сразу после замыкания  $U_L = 0$ , т.к.  $I_L = 0$ .

$$\Rightarrow L \frac{dI}{dt} = R_2 \cdot I_{10} \quad (\text{т.к. напряжение между точками 1 и 2 равно})$$

$$\Rightarrow \frac{dI}{dt} = \frac{R_2 E}{(R_1 + R_2) L} = \frac{50 \cdot 120 \text{ В}}{150 \text{ Ом} \cdot 0,25 \text{ Гн}} = \frac{120}{3 \cdot 0,25} \text{ А/с} = \frac{40}{0,25} \text{ А/с} = 160 \text{ А/с}$$

Ответ:  $\frac{dI}{dt} = 160 \text{ А/с}$ .

- 3) В установившемся режиме  $U_L = 0$  и катушка служит как идеальная перемычка, т.к. ток установившийся  $\Rightarrow \frac{dI}{dt} = 0$ .



может переписать схему ток. пусть через  $R_2$  течет ток  $I_2$  через лампочку течет ток  $I_0$   $\rightarrow$  по закону Кирхгофа через  $R_1$  будет течь ток  $I_2 + I_0$

$$\Rightarrow U_L = R_2 I_2 \Rightarrow I_2 = \frac{U_L}{R_2}$$

$\rightarrow$  продолжение

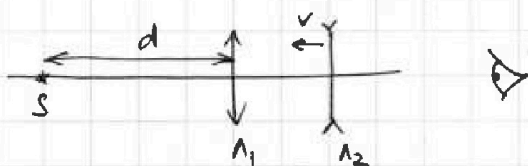
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

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!



Решение Решение:

1) когда линза приближается вплотную, то их оптические силы складываются

$$\Rightarrow D = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{F_{обш}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{F_{обш}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{-10} = \frac{1}{20} - \frac{2}{20} = -\frac{1}{20}$$

$$\Rightarrow F_{обш} = -20 \text{ см} \Rightarrow$$

$\Rightarrow$  линза рассеивающая

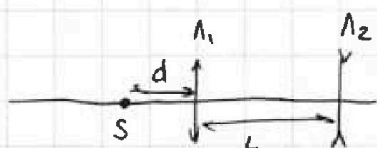
$$\Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_{обш}} \quad f = x_0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{x_0} = \frac{1}{F_{обш}} - \frac{1}{d} = \frac{d - F_{обш}}{d \cdot F_{обш}} \Rightarrow x_0 = \frac{d \cdot F_{обш}}{d - F_{обш}}$$

$$\Rightarrow x_0 = \frac{10 \text{ см} \cdot (-20 \text{ см})}{10 \text{ см} + 20 \text{ см}} = \frac{-200 \text{ см}^2}{30 \text{ см}} = -\frac{20}{3} \text{ см} \approx -6,667 \text{ см}$$

$\Rightarrow$  изображение будет слева от линз на расстоянии  $x_0 = \frac{20}{3} \text{ см}$  (6,667 см)

2)



$$\Rightarrow \frac{1}{d} + \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{1}{x_1} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{d} = \frac{d - F_1}{d \cdot F_1}$$

$\Rightarrow$  после этого изображение, полученное первой линзой, становится источником для второй линзы

$\Rightarrow$  запишем закон для второй линзы:

$$\Rightarrow \frac{1}{L - x_1} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2}$$

$\Rightarrow$  первое — в начале найдем расстояние на котором будет изображение предмета, полученное в первой линзе

$$\Rightarrow x_1 = \frac{d \cdot F_1}{d - F_1} = \frac{20 \text{ см} \cdot 10 \text{ см}}{10 \text{ см} - 20 \text{ см}} = \frac{200 \text{ см}^2}{-10 \text{ см}} = -20 \text{ см}$$

$\Rightarrow$  изображение будет мнимым и находится слева от первой линзы

$\Rightarrow$  продолжение.

Дано:

$$F_1 = 20 \text{ см}$$

$$F_2 = -10 \text{ см}$$

$$d = 10 \text{ см}$$

$$v = 1 \text{ см/с}$$

1) на каком расстоянии  $x_0$

от линзы будет изображение, когда  $L_2$  приблизится вплотную к  $L_1$

2) на каком расстоянии  $x$

от линзы  $L_2$  будет изображение, когда расстояние между линзами станет  $L = 20 \text{ см}$

3) скорость и изображение, когда  $L = 20 \text{ см}$ . (по модулю)

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. Печать QR-кода недопустима!



$$\frac{1}{L-x_1} + \frac{1}{x} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \frac{1}{x} = \frac{1}{f_2} - \frac{1}{L-x_1} = \frac{L-x_1-f_2}{f_2(L-x_1)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x = \frac{f_2(L-x_1)}{L-x_1-f_2} = \frac{f_2(L - \frac{df_1}{d-f_1})}{L - \frac{df_1}{d-f_1} - f_2} = \frac{-10 \text{ см} (20 + 20) \text{ см}}{20 + 20 + 10 \text{ см}} =$$

$$\Rightarrow x = \frac{-10 \cdot 40}{50} \text{ см} = -8 \text{ см} \Rightarrow$$

Ответ: изображение будет на расстоянии  $x = 8 \text{ см}$  от линзы  $\Lambda_2$  и находится слева от нее

3) в пункте два найдено расстояние от первой линзы до изображения, которое получено в ней  $x_1 = \frac{f_1 d}{d-f_1}$

$\Rightarrow$  расстояние от второй линзы  $\Rightarrow L - x_1 = d_2$

$$\Rightarrow \frac{1}{d_2} + \frac{1}{f_2} = \frac{1}{f_2} \Rightarrow \text{продифференцируем по времени} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow -\frac{\dot{d}_2}{d_2^2} - \frac{\dot{f}_2}{f_2^2} = 0$$

перейдет в 10 линза 2  $\Rightarrow$  тогда линза покинута, а  $\dot{d}_2 = -V$ , т.к.  $d_2$  уменьшается

$$\Rightarrow \dot{f}_2 = -\frac{\dot{d}_2 f_2^2}{d_2^2} = V \cdot \frac{f_2^2}{d_2^2}, \text{ а } f_2 = 8 \text{ см}$$

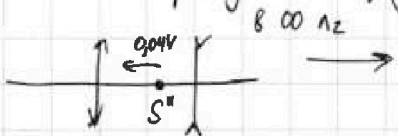
$$\Rightarrow \dot{f}_2 = V \cdot \frac{64}{400} = V \cdot \frac{64}{1600} = V \cdot \frac{8}{200} = V \cdot \frac{4}{100} = 0,04V$$

$$d_2 = 40 \text{ см}$$

из прошлого пункта  $\leftarrow$  прошлый пункт

$$d_2 = L - x_1 = 20 \text{ см} + 20 \text{ см} = 40 \text{ см}$$

$\Rightarrow f$  увеличивается  $\rightarrow$  перейдет обратно в лев. систему отсчета



$$|u| = |0,04V - V| = 0,96V \Rightarrow \text{изображение идет вправо к } \Lambda_2$$

Ответ:  $u = 0,96V$

Ответ: 1)  $x_0 = 20/3 \text{ см}$  2)  $x = 8 \text{ см}$  3)  $u = 0,96V$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,

решение которой представлено на странице:

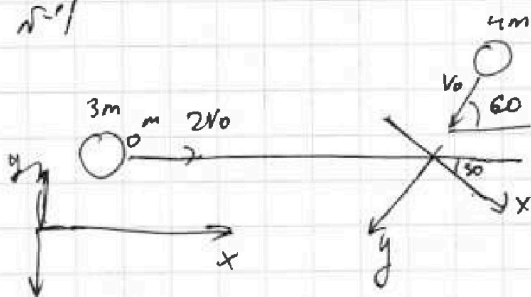
- 1  2  3  4  5  6  7

МФТИ

Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Поря QR-кода нет.



Черновик:



по оси x и норм. (1)

по оси x:

$$\Rightarrow 4m \cdot 2v_0 \cos 30 = 8m \cdot u_x$$

$$\text{по } y: 4m v_0 - 4m \cdot 2v_0 \sin 30 = 8m u_y$$

$$8m v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 8m u_x$$

$$u_x = \frac{v_0 \sqrt{3}}{2}$$

$$\Rightarrow \text{по } x: 4m \cdot 2v_0 - 4m \cdot v_0 \cdot \cos 60 = 8m \cdot u_x$$

$$4m \cdot 2v_0 - 2m v_0 = 8m u_x$$

$$8m v_0 - 2m v_0 = 8m u_x$$

$$\Rightarrow 6m v_0 = 8m u_x$$

$$\Rightarrow 3v_0 = 4u_x \Rightarrow u_x = \frac{3v_0}{4}$$

$$\text{по } y: 4m v_0 \cdot \sin 60 = 8m u_y$$

$$v_0 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = 2u_y \Rightarrow u_y = \frac{v_0 \sqrt{3}}{4}$$

$$\Rightarrow v_k = \sqrt{u_y^2 + u_x^2} = \sqrt{v_0^2 \frac{3}{16} + \frac{9v_0^2}{16}} = \frac{v_0}{4} \sqrt{3+9} = \frac{v_0}{4} \sqrt{12} =$$

$E_k$

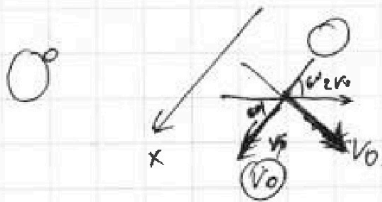
$$4 \cdot \frac{4m \cdot 4v_0^2}{2} + \frac{4m \cdot v_0^2}{2} = \frac{4}{2 \cdot 2} \cdot 8m \cdot v_0^2 \cdot 3 + Q$$

$$= \frac{v_0 \cdot 2 \sqrt{3}}{4} = \left( \frac{v_0 \sqrt{3}}{2} \right)$$

$$\Rightarrow E_k - E_{k0} = E_k - E_{k0} = Q$$

$$Q = \frac{16m v_0^2 + 4m v_0^2 - 12m v_0^2}{2} = \frac{8m v_0^2}{2} = 4m v_0^2$$

2 шт в импульсе



$$-F \cdot dt = 4m v_0 - 4m u$$

$$F \cdot dt = 4m u + 4m \cdot 2v_0 \cdot \cos 60$$

$$4m v_0 - 4m u = 4m u + 4m v_0$$

$$8m v_0 = 8m u$$

$$v_0 = u$$

$$\Rightarrow 4v_0 \cdot \sin 60 - 4m$$

$$2v_0 \cdot 4m \sin 60 - 4m v_0 \cos 60 =$$

$$= 4m v_0 \sqrt{3} - 2m v_0 = 8m v_k$$

$$v_k = \frac{2v_0}{16}$$

$$\Rightarrow v_k = \frac{v_0 \sqrt{3}}{2} - \frac{v_0}{4}$$

$$\Rightarrow \sqrt{v_0^2 + \frac{v_0^2}{16} - \frac{2v_0^2 \sqrt{3}}{8} + \frac{v_0^2}{16}}$$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

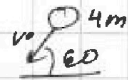
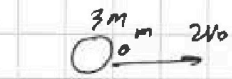
Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

1  2  3  4  5  6  7



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



$$\Rightarrow P_{нл} \cdot V = \Delta RT_{вара}$$

$$\Rightarrow P_{нл} M = \Delta n_{ара} \cdot RT_0$$

$$P_{нл} (M + \Delta M) = \Delta RT_1$$

$$\Rightarrow \frac{P_{нл} M}{P_{нл} (M + \Delta M)} = \frac{T_0}{T_1}$$



$$\Rightarrow 4m \cdot 2v_0 - 4m \cdot v_0 \cos 60 = 3m U_x$$

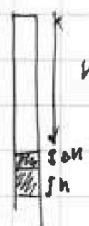
$$\Rightarrow (1) 4m \cdot 2v_0 - 2m \cdot v_0 = 3m U_{x1} + 5m U_{x2} \quad (1)$$

$$(2) 4m \cdot v_0 \cdot \cos 60 = 3m U_{y1} + 5m U_{y2}$$

$$(3) \frac{3m (U_{x1}^2 + U_{y1}^2)}{2} + \frac{5m (U_{x2}^2 + U_{y2}^2)}{2}$$

перемещение в CO шайбы.

$\sqrt{-2}$



ось  $z$  ось  $y$

$$\Rightarrow (P_{нл} + P_0) P + P_k \left( P_{нл} + P_0 \right) \frac{M T_1}{T_0 (M + \Delta M)}$$

$$P = \frac{P_0 M T_1}{T_0 (M + \Delta M)}$$

$$P_{в.0} \cdot h S = \Delta RT_0$$

$$\Rightarrow P_{в.2} (M + \Delta M) S = \Delta RT_k$$

$$\frac{P_{в.0} \cdot h}{P_{в.2} (M + \Delta M)} = \frac{T_0}{T_k}$$

$$P_0 = P$$

$$\Rightarrow P_{в.0} P_{нл} + P_{в.0} = P_{в.0} + P_{в.0} \frac{h \cdot T_k}{(M + \Delta M) \cdot T_0}$$

$$P_{в.0} = P_{в.0} \frac{h \cdot T_k}{(M + \Delta M) T_0}$$

$$\Rightarrow (M + \Delta M) T_0 = h \cdot T_k$$

$$(M + \Delta M) \cdot 290 = 350 \cdot h$$

$$27 + \frac{273}{29} = 35 - 20$$

$$0.11 \cdot 29 = 6h$$

$$\Rightarrow h = \frac{6h}{29}$$

$$\frac{6 \cdot 30}{29}$$

$$\frac{180}{29}$$

Заметим:

$$P_{нл} + P_{в.0} \frac{h \cdot T_k}{(M + \Delta M) T_0} = P_{нл} + P_{в.0}$$

$$P_{нл} - P_{в.0}$$

$$6v_0 - 5v_0 \cos 60 = 8U_{x1}$$

$$\Rightarrow U_{x1} = \frac{6v_0 - 5v_0 \cos 60}{8}$$

$$U_{y1} = \frac{2v_0 \sqrt{3} - 5v_0 \sin 60}{8}$$

$$\Rightarrow U_{x2} = v_0 \cos 60 + U_{x1} = \frac{8v_0 \cos 60 + 6v_0 - 5v_0 \cos 60}{8} = \frac{3v_0 \cos 60 + 6v_0}{8}$$

$$U_{y2} = v_0 \sin 60 + U_{y1} = \frac{8v_0 \sin 60 + 2v_0 \sqrt{3} - 5v_0 \sin 60}{8} = \frac{3v_0 \sin 60 + 2v_0 \sqrt{3}}{8}$$

$$\Rightarrow 8.4 v_0^2 = \frac{3}{2} \left( \frac{36v_0^2 - 60v_0 v_0 \cos 60 + 25v_0^2 \cos^2 60 + 9v_0^2 \cos^2 60 + 36v_0 \cos 60 + 36v_0^2}{64} \right) + \frac{5}{2} \left( 4v_0^2 \cdot 3 - 20v_0 v_0 \sin 60 \cdot \sqrt{3} + 25v_0^2 \sin^2 60 + \right)$$



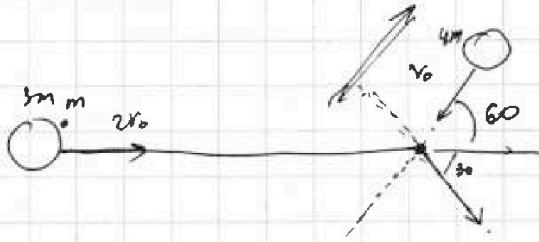
На одной странице можно оформлять только одну задачу.

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!



$$dP = F dt$$

$$4m \quad \text{и} \quad 4m v_0 \rightarrow 8m v_0 = 4m \cdot v_0 = 8m v_k$$

$$\Rightarrow 8m v_0 = 8m v_k$$

$\Rightarrow$  приклеились  $\Rightarrow$  3.с.у.  $2v_0 \cdot \cos 30 \cdot 4m = 8m \cdot u$

1,2  $\frac{0,2}{40} \Rightarrow 4m$   $v_0 \sqrt{5} = 2u \Rightarrow u = \frac{v_0 \sqrt{5}}{2}$

$P_{\text{кн}} \quad dz = -V$

$\frac{V}{dz^2} = \frac{f_2}{f_2^2}$   $F dt = m \frac{dv}{dt} dP$

$\Rightarrow f_2 = \frac{V f_2^2}{dz^2} = V \cdot \frac{84}{400} \cdot \frac{4}{3} = 2,8$   $4m v_0 \cdot F dt \Rightarrow P dt = 4m (u - v_0) - 4m (-u + v_0)$

$P_{\text{общ}} = P_{\text{кн}} + P_{\text{возг}} = F dt$   $P_{\text{возг}} = \gamma \cdot \frac{DRT}{V}$

$f_2 = V + u_{\text{кн}}$

$f_2^2 =$

$\Rightarrow v + u_3 = v \cdot \frac{V}{V} = \text{const} \cdot u$

$v + u_3 = \frac{64}{400} V$

$\frac{t_1}{K_0} = \frac{t_2}{(K_0 + \Delta H)}$   $\Delta H + K_0 = \frac{35}{29} K_0$

$\Rightarrow$  номом  $\Rightarrow$   $P_{\text{кн}} + P_{\text{возг}} = P_{\text{кн}} + \frac{DRT}{V}$

$\frac{1}{10} + \frac{1}{d} = \frac{1}{20}$

$t_1 K_0 + t_1 \Delta H = t_2 K_0$

$\Delta H = \frac{6}{29} K_0$

$\frac{1}{d} = 4 \cdot \frac{1}{20} - \frac{2}{20} = -\frac{1}{20}$   $29d(K_0 + \Delta H) = 35K_0$

$F_{\text{общ}} = -20$

$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = -\frac{1}{20}$   $-\frac{\dot{a}}{a^2} = \frac{\dot{b}}{b^2}$

$\frac{1}{10} + \frac{1}{f} = -\frac{1}{20}$   $\dot{a} = -V$

$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = -\frac{1}{F_2} = -8$   $\frac{V}{a^2} = \frac{\dot{b}}{b^2} \Rightarrow -1 = -2$

$\frac{1}{f} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{10} = -\frac{3}{20}$

$\Rightarrow f = -\frac{20}{3} = -6,66 \text{ м}$

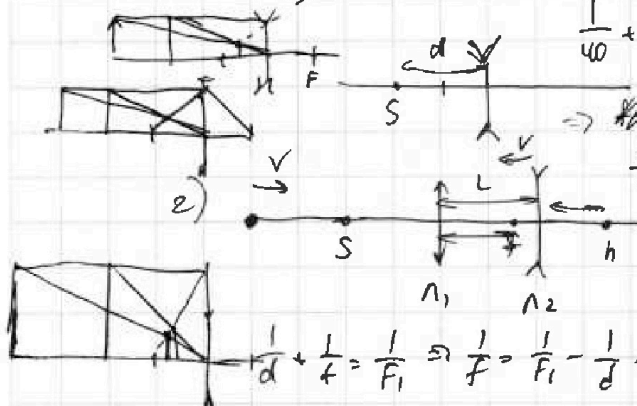
$b = V \cdot \frac{64}{200}$

$\Rightarrow f = \frac{20 \cdot 10}{10 - 20} = -20$

$\Rightarrow L - f \quad \frac{1}{L-f} + \frac{1}{h} = -\frac{1}{F_2}$

$\Rightarrow \frac{1}{20+20} + \frac{1}{h} = -\frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{h} = -\frac{1}{F_2} - \frac{1}{40} = -\frac{5}{40}$

$\Rightarrow h = -\frac{40}{5} = -8$



$\frac{1}{d} + \frac{1}{f} = \frac{1}{F_1} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{d} \Rightarrow f = \frac{F_1 d}{d - F_1}$

$\Rightarrow L - f \quad \frac{1}{L-f} + \frac{1}{h} = -\frac{1}{F_2} \Rightarrow \frac{1}{h} = -\frac{1}{F_2} - \frac{1}{40} = -\frac{5}{40}$

$\Delta H + K_0 = \frac{35}{29} K_0$   $(\frac{6}{29} + 1) K_0 = \frac{35}{29} K_0$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи.

решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

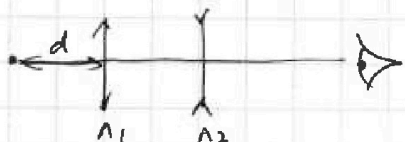
МФТИ

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



Черновик

№ 5



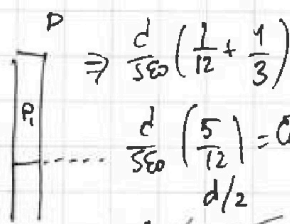
$F_1 = 20 \text{ см} \Rightarrow$   
 $F_2 = -10 \text{ см}$

$\frac{d}{\epsilon_0} \left( \frac{1}{3\epsilon_1} + \frac{1}{2\epsilon_2} + \frac{1}{6} \right) = C_{\text{общ}}$

или последовательно  $\Rightarrow \frac{d}{\epsilon_0} \left( \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{1}{6} \right) = C_{\text{общ}}$

$\Rightarrow C_1 = \frac{6\epsilon_0 S}{d}$   $C_2 = \frac{2\epsilon_0 \epsilon_2 S}{d}$   $C_3 = \frac{3\epsilon_0 \epsilon_1 S}{d}$

$D = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} = \frac{1}{C_{\text{общ}}} \frac{1}{9} + \frac{1}{8} + \frac{1}{6} = \frac{1}{C_{\text{общ}}} \times \frac{18}{2}$



$\Rightarrow \frac{d}{\epsilon_0} \left( \frac{1}{12} + \frac{1}{3} \right)$

$\frac{d}{\epsilon_0} \left( \frac{5}{12} \right) = C_{\text{общ}}$

$P_{\text{общ}} = \frac{5}{18} + \frac{1}{8} = \frac{13}{72}$   
 $P_{\text{общ}} = \frac{U^2}{R_{\text{общ}}} = \frac{U^2}{R_1 + R_2}$   
 $\frac{13}{72} = \frac{U^2}{R_1 + R_2}$   
 $U = \sqrt{\frac{13}{72} (R_1 + R_2)}$

$I_2 R_2 + (I_2 + I_1) R_1 = E$

$U_1 + \left( \frac{U_1}{R_2} + I_1 \right) R_1 = E$

$U_1 \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} \right) + I_1 R_1 = E$

$\Rightarrow U_1 = \frac{E - I_1 R_1}{1 + \frac{R_1}{R_2}}$

$\frac{d}{2} + \frac{d}{3} = \left( \frac{5d}{6} \right)$

$\left( \frac{d}{6} \right) I_1 = 0$

$U_1 = \frac{E}{1 + \frac{R_1}{R_2}}$

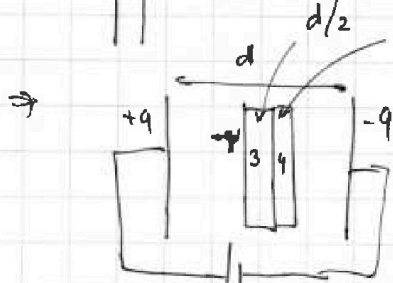
$= \frac{120}{1 + \frac{100}{50}} = \frac{120}{3} = 40$

$= \frac{120}{3} = 40$

$U_1 = 0$

$E - I_1 R_1 = 0$

$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{120}{100} = 1.2$



$q = \frac{5dU}{12\epsilon_0 S} = \frac{12\epsilon_0 S U}{5d}$

$\Rightarrow \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{12U}{5d}$

$\frac{q}{\epsilon_0} - \frac{q \rho_2}{\epsilon_0} = \frac{q}{\epsilon_0} E_2$

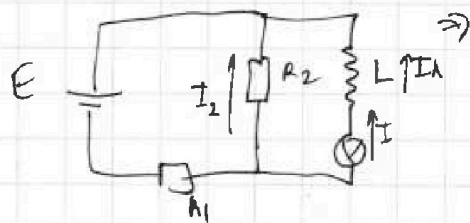
$\frac{q \rho_2}{\epsilon_0} = q - \frac{q}{\epsilon_0} E_2 = \frac{q(E_2 - 1)}{E_2}$

$q \rho_1 = \frac{q(E_1 - 1)}{E_1}$

$\frac{q}{\epsilon_0} \cdot \frac{d}{6} + \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon_1} \cdot \frac{d}{2} + \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon_2} \cdot \frac{d}{3} = U$

$\frac{qd}{\epsilon_0} \left( \frac{1}{6} + \frac{1}{2\epsilon_1} + \frac{1}{3\epsilon_2} \right) = U$

начало  $I_2 = 0$ , м.к. начало  $= \frac{120}{100} = 1.2$



$\Rightarrow I_0 = \frac{E}{R_1 + R_2}$

$\Rightarrow \frac{E R_2}{R_1 + R_2} = L \frac{dI}{dt}$

$\Rightarrow \frac{E R_2}{L(R_1 + R_2)} = \frac{dI}{dt}$

$\Rightarrow \frac{d}{2} + \frac{d}{3} = \frac{1}{x} \cdot \frac{5d}{6}$

$\Rightarrow 2x = 1.2$   
 $x = 0.6$

$E = \frac{q}{\epsilon_0 \epsilon_1} = \frac{\rho_2 U}{\epsilon_0} = \frac{12U}{5d}$

$= \frac{12U}{5d} \cdot \frac{1}{3} = \frac{4U}{5d}$

$\frac{1}{2} \cdot \frac{40}{12} = \frac{q}{\epsilon_0} \left( \frac{1}{6} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12} \right)$

$\frac{40}{12} = \frac{100}{3} = \frac{4}{6} + \frac{1}{12}$

$\frac{40}{12} = \frac{20}{x} \cdot \frac{5}{\epsilon_0} = \frac{U}{d}$

$\Rightarrow 2x = 1.2$   
 $x = 0.6$

29.  $\left( \frac{1}{2} + 1 \right)$

$\frac{134}{105}$

$1340 + 15 = 1355$

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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1     2     3     4     5     6     7

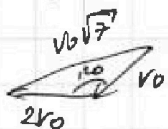


Если отмечено более одной задачи или не отмечено ни одной задачи, страница считается черновиком и не проверяется. Порча QR-кода недопустима!



Это инерциальные СО.  
 ⇒ перейдем в СО

Черновик:



$$v_0^2 + 4v_0^2 + 2v_0 \cdot v_0 \cos 60$$

$$5v_0^2 + 2v_0^2 = 7v_0^2$$

$$\frac{120}{150} = \frac{4}{5}$$

$$R_2 = 50 \cdot \frac{4}{5} = 40$$

$$\Rightarrow u_{x2} = \frac{6v_0 - 3u_{x1}}{6}$$

$$u_{y2} = \frac{2v_0\sqrt{3} - 3u_{y1}}{5}$$

$$\Rightarrow u_{x1} - u_{x2} = \frac{5u_{x1} - 6v_0 + 3u_{x1}}{6}$$

$$25 + 9$$

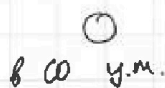
$$\begin{array}{r} 40 \\ \swarrow \\ 40 \\ \swarrow \\ 40 \\ \swarrow \\ 40 \end{array} \cdot \frac{1}{4} = 10$$

$$\frac{u_{x1} - u_{x2}}{6}$$

← R2

$$8,4v_0^2 = \frac{3}{2} \left( u_{x1}^2 + 36v_0^2 - \frac{36v_0 u_{x1}}{25} + 9u_{x1}^2 \right) + \frac{5}{2} \left( u_{y1}^2 + \frac{4v_0^2 \cdot 3 - 12v_0 u_{y1} \sqrt{3}}{25} + 12u_{y1}^2 \right)$$

$$\frac{3}{2} \left( \frac{36v_0^2}{25} + 36v_0^2 \right) = 6 \text{ CO y.m.}$$

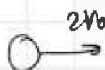


$$\Rightarrow 20 \text{ y.m.}$$

$$6mv_0 = 8m u_{x1}$$

$$\frac{3}{4} v_0 = u_{x1}$$

$$u_{y1} = \frac{v_0 \sqrt{3}}{4}$$

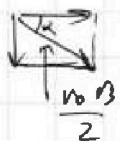


km

$$8,4v_0^2 = \frac{3}{2} (u_{x1}^2 + 36v_0^2)$$

3/4 v0

$$8,4v_0^2 = \frac{3}{2} \left( \frac{9v_0^2}{25} - \frac{36v_0 u_{x1}}{25} + 36v_0^2 \right) +$$



36v0^2 + 9u\_{x1}^2 +

$$+ \frac{5}{2} \left( \frac{34u_{y1}^2 - 12v_0 u_{y1} \sqrt{3} + 12v_0^2}{25} \right)$$

$$\frac{3}{2} \left( \frac{3u_{x1}^2 + 5u_{y1}^2}{2} \right)$$

$$\frac{1}{x_0} + \frac{1}{10} = -\frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{x_0} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{10} = -\frac{1+2}{20} = -\frac{3}{20}$$

$$x_0 = \frac{20}{3}$$

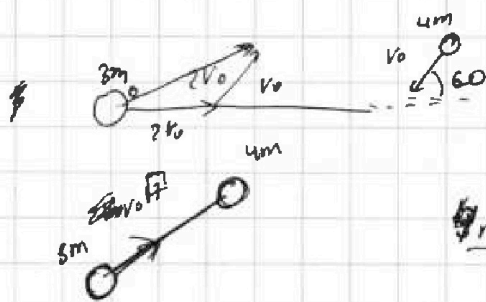
На одной странице можно оформлять **только одну** задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

- 1  2  3  4  5  6  7

**МОТИ**

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



$$\frac{2 \cdot 4 m v_0^2}{5}$$

$$\frac{4m \cdot v_0^2 \cdot 7}{2} = \frac{5m \cdot u_2^2}{2} + \frac{3m \cdot u_1^2}{2} + 1,6 m v_0^2$$

$$4m \cdot v_0^2 = 3m \cdot u_1 + 5m \cdot u_2$$

$$\Rightarrow 14 m v_0^2 - 1,6 m v_0^2 = \frac{5m u_2^2}{2} + \frac{3m u_1^2}{2}$$

$$\Rightarrow 4 v_0^2 = 3 u_1 + 5 u_2$$

$$\Rightarrow 12,4 m v_0^2 = 5m u_2^2 + 3m u_1^2$$

$$\Rightarrow u_1 = \frac{4 v_0^2 - 5 u_2}{3}$$

$$\text{6 мей со. } \frac{1}{10} - \frac{1}{5} =$$

$$\Rightarrow \frac{4}{3} v_0^2 = \frac{1}{3} m u_1$$

$$\Rightarrow \frac{4m \cdot v_0^2 \cdot 7}{2} = E_0 + \frac{8m \cdot v_0^2 \cdot 7}{4 \cdot 2} = \frac{1}{10} - \frac{2}{10}$$

$$\frac{4 v_0^2}{2} = u$$

$$\Rightarrow \frac{4m v_0^2 \cdot 7}{2} - \frac{2m v_0^2 \cdot 7}{2} = E_0$$

$$(v_0^2 + 4v_0^2) + 2v_0 \cdot v_0 \cdot 2 \cdot \frac{1}{2}$$

$$\frac{M v_{cm}^2}{2} = \text{энергия}$$

6 со ym

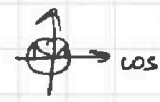
$$\Rightarrow v_{cm} = v_0 \sqrt{7}$$



$$\Rightarrow \frac{2m v_0^2 \cdot 7}{2} = 7m v_0^2$$

$$\frac{v_0 \sqrt{3}}{2}$$

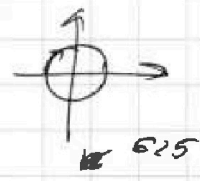
$$\frac{2m \cdot v_0^2 \cdot 3}{2 \cdot 2} = m v_0^2 \cdot \frac{3}{2}$$



$$10 + 4$$

$$16 - 6 =$$

$$20 - 6 \cdot \frac{14}{2} = 7$$



$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 47 \\ \hline 168 \\ \times 16 \\ \hline 1008 \\ + 168 \\ \hline 2688 \end{array}$$

$$\frac{1}{4} u_1 - u_2 = v_0 m u$$

$$\frac{1}{25} - \frac{1}{25}$$