

Олимпиада «Физтех» по физике,
февраль 2023

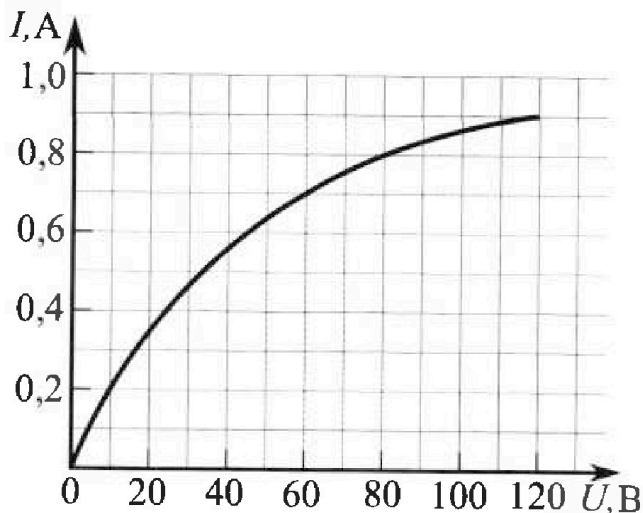
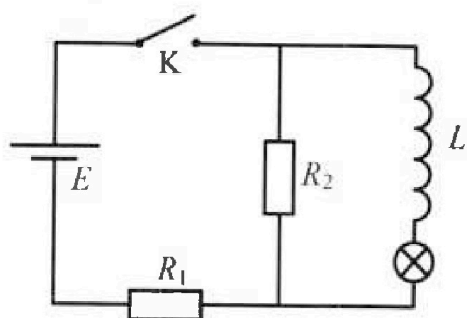
Вариант 11-05

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

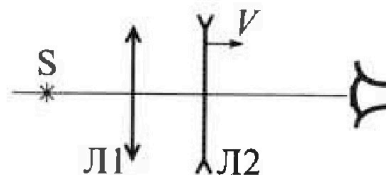


4. В цепи (см. рис.) катушка индуктивности и источник идеальные, $L = 0,4$ Гн, $E = 120$ В, $R_1 = 100$ Ом, $R_2 = 400$ Ом. Вольт-амперная характеристика лампочки накаливания приведена на рисунке. Ключ К замыкают.

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



5. Главные оптические оси двух тонких линз совпадают. У линзы Л1 фокусное расстояние $F_1 = 10$ см, у линзы Л2 фокусное расстояние $F_2 = -20$ см. Неподвижный точечный источник света S расположен на расстоянии $d = 40$ см от неподвижной линзы Л1. Линза Л2 удаляется от Л1 с постоянной скоростью $V = 2,5$ см/с. Изображение источника рассматривают со стороны линзы Л2 (см. рис.).



- 1) На каком расстоянии x_0 от линз располагалось изображение, когда Л1 и Л2 были вплотную друг к другу?
- 2) На каком расстоянии x от линзы Л2 будет изображение, когда расстояние между линзами станет $L = 10$ см?
- 3) Найдите скорость U (по модулю) изображения, когда расстояние между линзами станет $L = 10$ см.

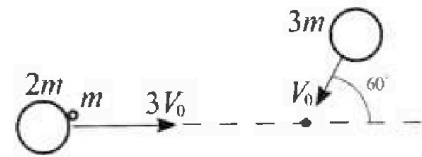
Олимпиада «Физтех» по физике, февраль 2023

Вариант 11-05

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

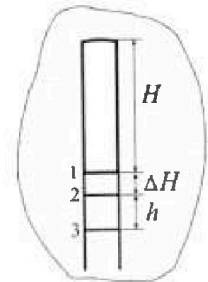


1. Две небольшие шайбы скользят по гладкой горизонтальной поверхности так, как показано на рисунке, после чего происходит их столкновение. Масса первой шайбы $2m$, скорость $3V_0$, масса второй шайбы $3m$, скорость V_0 . Угол между направлениями скоростей 60° . К первой шайбе прикреплен кусочек пластилина 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 слипились, а пластилин полностью прилип к правой шайбе. При этом внутренняя энергия системы увеличилась на величину $E_0/2$ (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.

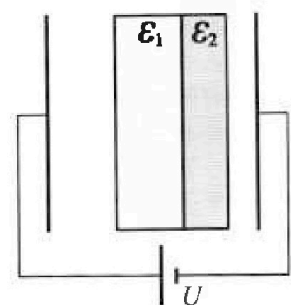
2. В воде на некоторой глубине удерживают пробирку в вертикальном положении, обращенную открытым концом вниз (см. рис.). Столб влажного воздуха имеет длину $H = 8$ см, температура установилась $t_1 = 27^\circ\text{C}$, в таком состоянии пробирка находилась достаточно долго. В некоторый момент температуру системы резко поднимают до температуры $t_2 = 57^\circ\text{C}$, 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 $h = 10,3$ мм. Изменением гидростатического давления на границе «воздух – вода» в пробирке можно пренебречь.



- 1) Найти расстояние ΔH 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 $P_1 = 27$ мм. рт. ст., при температуре t_2 равно $P_2 = 130$ 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 $\epsilon_1 = 2$, толщина $d/3$, у другой пластины $\epsilon_2 = 3$, толщина $d/4$. 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.



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 (продолжение 2)

$$\frac{E_0}{2} = \frac{39 \text{ мВ}^2}{2} + \frac{4 \text{ м} u_{\text{отн}}^2}{2} \quad E_0 = 6 \text{ мВ}^2$$

$$6 \text{ мВ}^2 + 39 \text{ мВ}^2 = 4 \text{ м} u_{\text{отн}}^2$$

$$u_{\text{отн}}^2 = \frac{45 \text{ мВ}^2}{4} \quad u_{\text{отн}} = \frac{305 \text{ В}_0}{2}$$

Ответ: 1) $V_0 \sqrt{7}$ 2) 6 мВ^2 3) $V_0 \cdot \frac{305}{2}$

$$\frac{E_0}{2} = \frac{E_0}{2} = \frac{39 \text{ мВ}^2}{2} - \frac{4 \text{ м} u_{\text{отн}}^2}{2}$$

$$\frac{39 \text{ мВ}^2}{4} = 39 \text{ мВ}^2 - 4 \text{ м} u_{\text{отн}}^2$$

$$4 \text{ м} u_{\text{отн}}^2 = \frac{3 \cdot 39 \text{ мВ}^2}{4} \Rightarrow u_{\text{отн}} = \frac{\sqrt{39}}{202}$$

Ответ: 1) $u = \frac{V_0 \sqrt{7}}{2} = \frac{V_0 \sqrt{117}}{16}$

2) $E_0 = \frac{39 \text{ мВ}^2}{4}$

3) $u_{\text{отн}} = \frac{V_0 \sqrt{117}}{16}$

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

МФТИ

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!

нч (продолжение 1)

~~тогда $V_1^2 = v_{a1}^2 + v_{a2}^2$
 $V_2^2 = v_{b1}^2 + v_{b2}^2$~~

~~в СИ v_{a1} v_{a2} v_{b1} v_{b2} — скорости шаров
до и после соударения~~

~~$3m v_{a1} + 3m v_{b1} = 2m u_{a1} + 4m u_{b1}$~~

3) Перейдем в СО, перейдя шайбы
тогда скорости второй шайбы
равны:

$$|\vec{V}_{отн}|^2 = |\vec{V}_2 - \vec{V}_1|^2 = V_2^2 + V_1^2 + 2(V_2 V_1) \cos(\alpha) = 9V_0^2 + V_0^2 + 3V_0^2 = 13V_0^2$$

$$|\vec{V}_{отн}| = V_0 \sqrt{13}$$

Изменение кинетической энергии системы
не зависит от системы отсчета

тогда $\frac{E_0}{2} = E_{кин} - E_{кин}$

$E_{кин}$ — кин. энергия 1 шайбы до удара

$E_{кин}$ — кин. энергия системы в СО 1 шайба после удара

$$E_{кин} = \frac{3m \cdot 13V_0^2}{2} = \frac{39mV_0^2}{2} \quad E_{кин} = \frac{4m u_{2тн}^2}{2}$$

см. продолжение на обр. стороне

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!

N1

Доко

2m, m

3m

3V₀

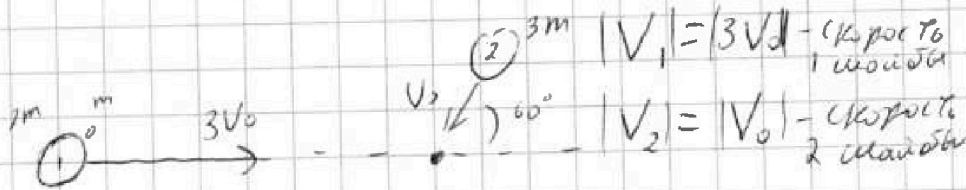
V₀

α = 60°

u - ?

E₀ - ?

u_{общ} - ? E₀/2



1) В ССС-ке существуют внешние
силы ⇒ справедливы ЗСН

ЗСН:

$$3m \cdot (3V_0) + 3m V_0 = 6m u$$

$$\Rightarrow (3V_0) + V_0 = 2u$$

$$V_1 + V_2 = 2u$$

Из теоремы косинусов
найдем модуль $|V_1 + V_2|$

$$|V_1 + V_2|^2 = |V_1|^2 + |V_2|^2 + 2|V_1 V_2| \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$180^\circ - \alpha - \text{угол между } V_1 \text{ и } V_2$$

$$|V_1 + V_2|^2 = 9V_0^2 + V_0^2 + 6V_0^2 \cdot \frac{1}{2} = 7V_0^2$$

$$\Rightarrow 2u = V_0 \sqrt{7} \Rightarrow u = \frac{V_0 \sqrt{7}}{2}$$

$$2) \text{ ЗСЭ: } \frac{3m \cdot (3V_0)^2}{2} + \frac{3m \cdot V_0^2}{2} = E_0 + \frac{6m \cdot u^2}{2}$$

$$2 \cdot 7mV_0^2 + 3mV_0^2 = 2E_0 + 42mV_0^2$$

$E_0 = |E_{K2} - E_{K1}|$, где E_{K1} и E_{K2} — общие кин. энергии шаров до и после столкновения

$$E_{K1} = \frac{3m(3V_0)^2}{2} + \frac{3mV_0^2}{2} = 15mV_0^2$$

$$E_{K2} = \frac{6mu^2}{2} = \frac{21mV_0^2}{4}$$

$$\Rightarrow E_0 = \frac{39mV_0^2}{4}$$

или: продолжение ко дп
энергии. листе



$$|a+b|^2 = |a|^2 + |b|^2 + 2|a||b|\cos\varphi$$

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 (продолжение)

2) ~~На~~ В момент, когда вода была на уровне 3

$$P_0 V_3 = \nu R t_2 \quad \text{где } V_3 = S(H + \Delta H + h)$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{\nu R t_2}{S(H + \Delta H + h)}$$

Когда вода была на уровне 1
то по уравнению неразрывности - Клапейрона

$$P_1 V_1 = \nu R t_1 \quad V_1 = S H \Rightarrow \frac{\nu R}{S} = \frac{P_1 H}{t_1}$$

$$\Rightarrow P_0 = \frac{P_1 H t_2}{t_1 (H + \Delta H + h)} = \frac{27 \text{ мм.рт.ст.} \cdot 80 \text{ мм} \cdot 330 \text{ К}}{300 \text{ К} (80 \text{ мм} + 8 \text{ мм} + 10,3 \text{ мм})} =$$

$$= \frac{27 \text{ мм.рт.ст.} \cdot 80 \text{ мм} \cdot 11 \text{ К}}{10 \text{ К} \cdot 98,3 \text{ мм}} \approx 27 \text{ мм.рт.ст.} \cdot \frac{880}{983} \approx$$

$$\approx 27 \text{ мм.рт.ст.} \cdot 0,9 = 24,3 \text{ мм.рт.ст.}$$

Ответ: 24,3 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!

№2

Дано:

$H = 8 \text{ см}$

$t_1 = 27^\circ\text{C}$

$t_2 = 57^\circ\text{C}$

$h = 10,3 \text{ мм}$

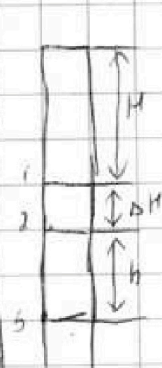
~~$P_1 = 27 \text{ мм рт.ст.}$
 $P_2 = 130 \text{ мм рт.ст.}$~~

~~$P_1 = 27 \text{ мм рт.ст.}$~~

~~$P_2 = 130 \text{ мм рт.ст.}$~~

~~$\Delta H = ?$~~

~~$P_0 = ?$~~



1) В момент резкого изменения температуры ~~то есть~~ из условий следует что в момент существования воды на уровнях 1 и 2 давление было одинаковым и равнялось P_1 , т.к. пробирка в воде и там, влажной т.е. пробирка воздух то как как смещенный

Зр-ие Менделеева - Клапейрона:

~~$P_1 V_1 = \nu R t_1$, где $\nu = \frac{P_2 V_2}{R t_2} = 300 \text{ К}$~~

~~где $V_1 = S H$~~

~~$V_1 = S$ - площадь сечения пробирки
 ν - кол-во в воздухе~~

~~$P_2 V_2 = \nu R t_2$ где $V_2 = S(H + \Delta H)$~~

~~тогда $\frac{P_1 V_1}{t_1} = \frac{P_2 V_2}{t_2} \Rightarrow \frac{P_1 H S}{t_1} = \frac{P_2 (H + \Delta H) S}{t_2}$~~

~~$\Rightarrow \frac{H}{t_1} = \frac{H + \Delta H}{t_2} \Rightarrow \Delta H = \frac{H t_2}{t_1} - H = H \left(\frac{t_2}{t_1} - 1 \right)$~~

~~$\Delta H = 8 \text{ см} \left(\frac{330 \text{ К}}{300 \text{ К}} - 1 \right) = 8 \text{ см} \cdot \frac{30 \text{ К}}{300 \text{ К}} = 0,8 \text{ см}$~~

~~2) Когда вода опустилась до уровня 3, то давление в воздухе было равно P_2 , тогда~~

~~$\Rightarrow \frac{H}{t_1} = \frac{H + \Delta H}{t_2} \Rightarrow \Delta H = H \left(\frac{t_2}{t_1} - 1 \right) = 8 \text{ см} \cdot \left(\frac{330 \text{ К}}{300 \text{ К}} - 1 \right) =$~~

~~$= 8 \text{ см} \cdot 0,1 = 0,8 \text{ см} = 8 \text{ мм}$~~

См продолжение на стр. 101

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№3

Решо:

S

d

$\epsilon_1 = 2$

$d/3$

$\epsilon_2 = 3$

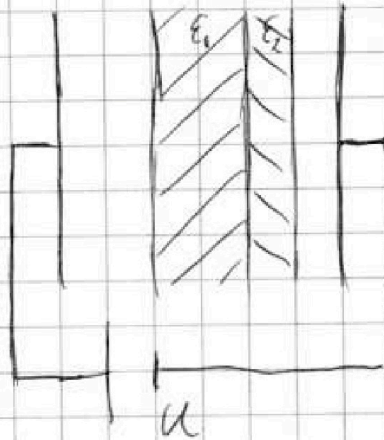
$d/4$

U

E-?

Q-?

q-?



Эквив. Контр. Контр.

Экв. последующей сх-мы

$S, d_1, S, d_2, \epsilon_1, S, d_3, \epsilon_2, S, d_4$

где $d_1 + d_2 + d_3 + d_4 = d$

можно это емкость равна:

$$C = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \right)^{-1}$$

где $C_1 = \frac{S \epsilon_0}{d_1}$; $C_2 = \frac{S \epsilon_0}{d_2}$; $C_3 = \frac{3S \epsilon_0 \epsilon_1}{d}$; $C_4 = \frac{4S \epsilon_0 \epsilon_2}{d}$

~~м.л.~~ $d_1 + d_2 = d - \frac{d}{3} - \frac{d}{4} =$

~~м.л.~~ $C = \frac{S \epsilon_0}{d_1} + \frac{S \epsilon_0}{d_2} + \frac{3S \epsilon_0 \epsilon_1}{d} + \frac{4S \epsilon_0 \epsilon_2}{d} = \frac{5d}{12}$

м.л. $C = \left(\frac{d_1}{S \epsilon_0} + \frac{d_2}{S \epsilon_0} + \frac{d}{3S \epsilon_0 \epsilon_1} + \frac{d}{4S \epsilon_0 \epsilon_2} \right)^{-1} =$
 $= \left(\frac{12 \epsilon_1 \epsilon_2 (d_1 + d_2) + 4d \epsilon_2 + 3d \epsilon_1}{12 S \epsilon_0 \epsilon_1 \epsilon_2} \right)^{-1}$

$$= \left(\frac{5d \epsilon_1 \epsilon_2 + 4d \epsilon_2 + 3d \epsilon_1}{12 S \epsilon_0 \epsilon_1 \epsilon_2} \right)^{-1} =$$

$$= \left(\frac{30d + 12d + 6d}{12 S \epsilon_0 \epsilon_1 \epsilon_2} \right)^{-1} = \left(\frac{48d}{72 S \epsilon_0} \right)^{-1} = \left(\frac{12d}{18 S \epsilon_0} \right)^{-1} = \left(\frac{2d}{3 S \epsilon_0} \right)^{-1}$$

$$= \frac{3S \epsilon_0}{2d}$$

м.л. $C = \frac{3S \epsilon_0}{2d}$



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

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

1 2 3 4 5 6 7

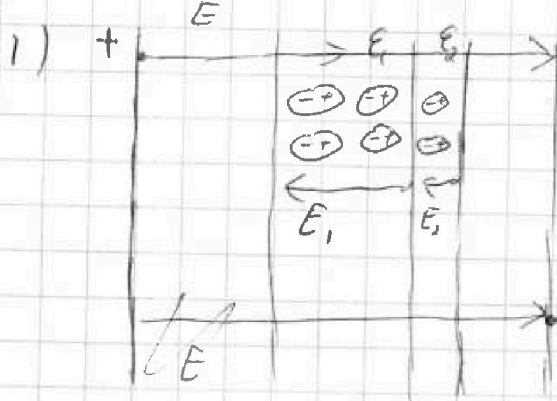
МФТИ

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

№3 (продолжение 7)

2) тогда заряд на положительной пластине равен.

$$Q = CU = \frac{3\epsilon_0 U}{2d}$$



$$E_0 = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 S} = \frac{3}{2} \frac{U}{d}$$

поле E создается двумя обкладками конденсатора полярности

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}, \text{ где } \sigma = \frac{Q}{S}$$

3) поляризация диэлектрика поле поляризации по определению E_p связана след. соотношением:

$$E/E_0 = E - E_p - \text{где } E_p - \text{поле поляризации}$$

E_p - емкость диэлектрика

$$E_p = E - \frac{E}{\epsilon} = E \left(\frac{\epsilon - 1}{\epsilon} \right)$$

тогда заряд $q = |q_1| + |q_2|$ где E_1, E_2

E_1 - поле поляризации в диэлектрике ϵ_1

E_2 - поле поляризации в диэлектрике ϵ_2

q_1 - заряд в диэлектрике ϵ_1

q_2 - заряд в диэлектрике ϵ_2

берем разность зарядов т.к. у нас существуют "+" и "-" (см. рисунок) см. продолжение на обороте

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:



1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

№3 (продолжение 2)

$$E_1 = \frac{q_1}{\epsilon_0 S}, \quad E_2 = \frac{q_2}{\epsilon_0 S} \quad - \text{поле polarization внутри пластин}$$

$$q_1 = \epsilon_0 S E_1 = \epsilon_0 S \cdot E \left(\frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} \right) = \epsilon_0 S \cdot \frac{3}{2} \frac{U}{d} \left(\frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} \right)$$

$$q_2 = \epsilon_0 S E_2 = \epsilon_0 S \cdot E \left(\frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \right) = \epsilon_0 S \cdot \frac{3}{2} \frac{U}{d} \left(\frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \right)$$

$$q = q_1 - q_2 = \frac{3 \epsilon_0 S U}{2d} \left(\frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} - \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \right)$$

Ответ: 1) $\frac{3}{2} U d$ 2) $\frac{3 S \epsilon_0 U}{2d}$ 3) $\frac{3 \epsilon_0 S U}{2d} \left(\frac{\epsilon_1 - 1}{\epsilon_1} - \frac{\epsilon_2 - 1}{\epsilon_2} \right)$



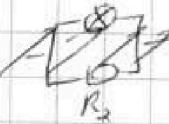
На одной странице можно оформлять только одну задачу.
Отметьте крестиком номер задачи,
решение которой представлено на странице:

- 1 2 3 4 5 6 7

МФТИ

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

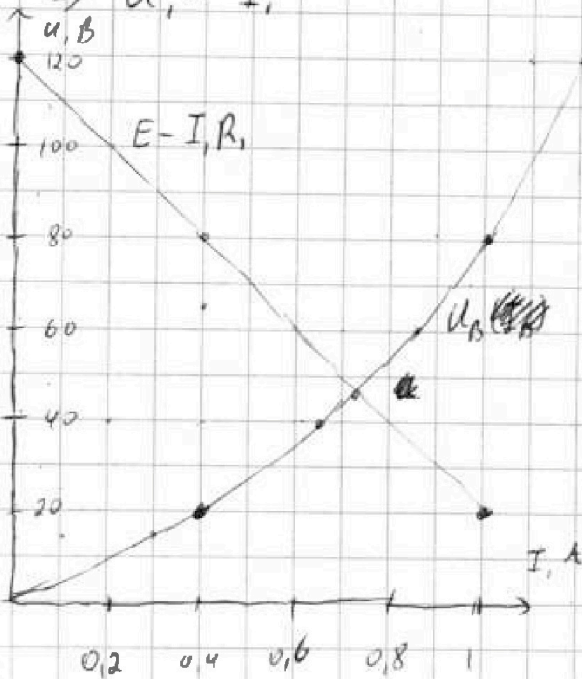
НЧ (продолжение 2)

Взял / взял график для элемента 
~~Коды~~ ~~на~~ ~~этом~~ ~~дан~~ ~~на~~

т.к. элемент резистор R_1 и элемент B
соединены последовательно к источнику E
то:

$R_1 I_1 \neq U_B = E$ где I_1 - ток на резисторе R_1
в участке выделенной
сети

или $U_B = E - I_1 R_1$ решим данное ур-ие
графически $U_1 = I_1 R_1$ (U_1 - напряжение на R_1)
 $\Rightarrow U_1 \sim I_1$



два графика пересекаются
точка пересечения
которой равно
приблизительно: 45 В

тогда напряжение
на лампе 45 В

\Rightarrow сила тока на
лампе исходя
из графика 0,6 А

$I_1 = 0,6 \text{ A}$

0,004

Ответ: 1) $I_{10} = 0,24 \text{ A}$ 2) $\frac{1}{240} \frac{\text{A}}{\text{C}}$ 3) 0,6 А

На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:



- 1 2 3 4 5 6 7

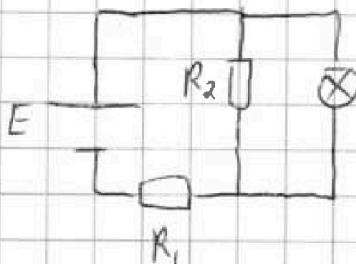
МФТИ

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

ИЧ (продолжение 1)

3) В цепях в режиме на катушке будет нулевой ток и сила тока в ней будет равна силе тока в лампе

тогда наша ~~схема~~ экв. след.:

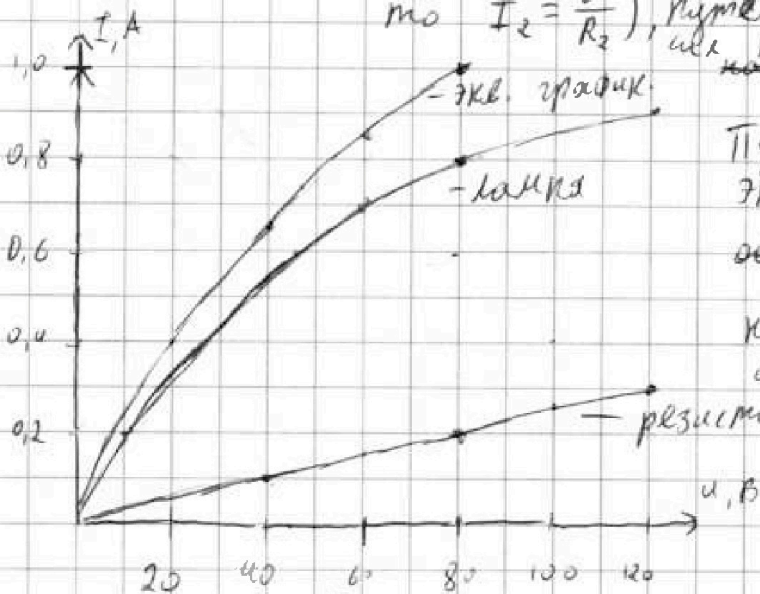


на лампе и резисторе R_2 одинаковый ток и сумма сил тока на лампе и резисторе R_2 равна силе тока на резисторе R_1 .

Построим экв. график для элемента:



Зная зависимость $I(u)$ лампы и резистора R_2 (т.к. резистор идеален то $I_2 = \frac{u}{R_2}$), суммировав их эквив. ток как экв. ток лампы



Пусто элемент экв. след. $\left[\begin{array}{c} \text{Lamp} \\ R_2 \end{array} \right]$ обозначается Φ В ток I_2 сила тока I_2

$$I_2 = \frac{u}{R_2} = \frac{u}{400 \text{ Ohm}}$$

ИЧ. продолжение на стр. 101

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!



№4

Дано:

$$L = 0,4 \text{ Гн}$$

$$E = 120 \text{ В}$$

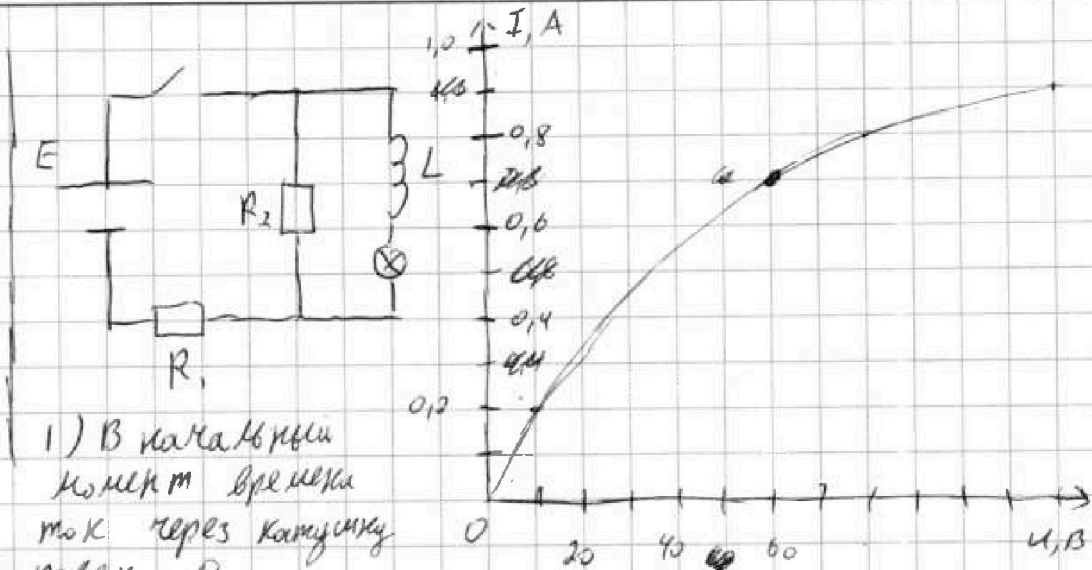
$$R_1 = 100 \text{ Ом}$$

$$R_2 = 400 \text{ Ом}$$

$$I_{10} - ?$$

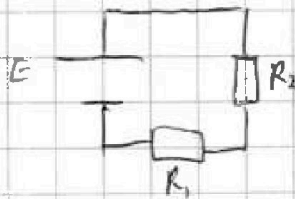
$$I'_L(0) - ?$$

$$I_A - ?$$



1) В какой-то момент времени ток через катушку равен 0.

⇒ Можно рассмотреть экв. схему:



Очевидно что $I_{10} = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{120 \text{ В}}{100 \text{ Ом} + 400 \text{ Ом}} = \frac{120 \text{ В}}{500 \text{ Ом}} = \frac{240 \text{ В}}{1000 \text{ Ом}} = 0,24 \text{ А}$

2) III.к. в нек. момент времени ток через катушку равен 0, то на лампе напряжение равно 0, ⇒ напряжение на катушке равно напряжению на резисторе R_2

$$U_L = L I'_L(0) = R_2 I_{10} \Rightarrow I'_L(0) = \frac{L}{R_2} \frac{L(R_1 + R_2)}{R_2 E} = \frac{0,4 \text{ Гн} \cdot (100 \text{ Ом} + 400 \text{ Ом})}{400 \text{ Ом} \cdot 0,24 \text{ А}} = \frac{40 \text{ Гн}}{400 \text{ Ом} \cdot 0,24 \text{ А}} = \frac{1 \text{ Гн}}{100 \text{ Ом} \cdot 0,24 \text{ А}} = \frac{1}{240} \frac{\text{А}}{\text{с}} \approx 0,004 \frac{\text{А}}{\text{с}}$$

Смотрите продолжение на обороте



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!

ИЗМЕНЕНО №5

Дано

$F_1 = 10 \text{ см}$

$F_2 = -20 \text{ см}$

$d = 40 \text{ см}$

$v = 2,5 \text{ см/с}$

$x_0 = ?$

$x = ? \quad L = 10 \text{ см}$

$u = ? \quad L = 10 \text{ см}$

1) Когда линзы расходятся
вплотную или от себя
они дают эквивалентную
линзу с опт. силой равной
сумме опт. сил изнач. линз

~~$D = D_1 + D_2$ D - опт. экв. линзы
тогда $\frac{1}{d} + \frac{1}{x} = D$, где d - расстояние
от линзы~~

$D = D_1 + D_2$ D - опт. сила экв. линзы

$D_1 = \frac{1}{F_1} \quad D_2 = \frac{1}{F_2}$

тогда $\frac{1}{d} + \frac{1}{x_0} = D = \frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2}$

$\Rightarrow x_0 = \left(\frac{1}{F_1} + \frac{1}{F_2} - \frac{1}{d} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{10 \text{ см}} + \frac{1}{-20 \text{ см}} - \frac{1}{40 \text{ см}} \right)^{-1}$
 $= 2,5 \text{ см} \text{ или } 0,25 \text{ м} = 25 \text{ см}$

2) По принципу Гюгенса изображение
предмета первой линзы есть изображен
предмет для второй линзы.

тогда $\frac{1}{d} + \frac{1}{b} = \frac{1}{F_1}$; $\frac{1}{L-b} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2}$

где b расстояние между
первым изображением, которое создает L_1 ,
и L_2
см продолжение на обороте

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!

№ 5 (продолжение)

Решение: $\frac{1}{v} = \frac{1}{F_1} - \frac{1}{d}$ $v = \frac{d \cdot F_1}{d - F_1}$

$$\Rightarrow \frac{1}{L-v} + \frac{1}{x} = \frac{1}{L - \frac{d \cdot F_1}{d - F_1}} + \frac{1}{x} = \frac{1}{F_2}$$

$$x = \left(\frac{1}{F_2} - \frac{d - F_1}{L(d - F_1) - d \cdot F_1} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{20 \text{ см}} - \frac{40 \text{ см} - 10 \text{ см}}{10 \text{ см} (40 \text{ см} - 10 \text{ см}) - 40 \text{ см} \cdot 10 \text{ см}} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{20 \text{ см}} - \frac{30 \text{ см}}{300 \text{ см}^2 - 400 \text{ см}^2} \right)^{-1}$$

$$= \left(-\frac{1}{20 \text{ см}} + \frac{3 \text{ см}^2}{10 \text{ см}} \right)^{-1} = \left(\frac{-1 + 6}{20 \text{ см}} \right)^{-1} = 4 \text{ см}$$

из
3) по предыдущему пункту $v = \frac{d \cdot F_1}{d - F_1} = \frac{400 \text{ см}^2}{30 \text{ см}} = \frac{40}{3} \text{ см}$

Пусть Γ - увеличенная изображенная, которая
создает L_1 , линзой L_2

$$\Gamma = \left| \frac{x}{L-v} \right| = \left| \frac{4 \text{ см}}{10 \text{ см} - \frac{40}{3} \text{ см}} \right| = \left| \frac{12 \text{ см}}{30 \text{ см} - 40 \text{ см}} \right| = \left| \frac{12}{10} \right| = 1,2$$

Перенесем v в CO L_2 , тогда изображена,
которая создает L_1 , будет увеличена
со скоростью направленной вправо L_1
отм. o_1 и равной $|v|$

возле L_2 от o_1 o_2 o_3 o_4 o_5 o_6 o_7 o_8 o_9 o_{10} o_{11} o_{12} o_{13} o_{14} o_{15} o_{16} o_{17} o_{18} o_{19} o_{20} o_{21} o_{22} o_{23} o_{24} o_{25} o_{26} o_{27} o_{28} o_{29} o_{30} o_{31} o_{32} o_{33} o_{34} o_{35} o_{36} o_{37} o_{38} o_{39} o_{40} o_{41} o_{42} o_{43} o_{44} o_{45} o_{46} o_{47} o_{48} o_{49} o_{50} o_{51} o_{52} o_{53} o_{54} o_{55} o_{56} o_{57} o_{58} o_{59} o_{60} o_{61} o_{62} o_{63} o_{64} o_{65} o_{66} o_{67} o_{68} o_{69} o_{70} o_{71} o_{72} o_{73} o_{74} o_{75} o_{76} o_{77} o_{78} o_{79} o_{80} o_{81} o_{82} o_{83} o_{84} o_{85} o_{86} o_{87} o_{88} o_{89} o_{90} o_{91} o_{92} o_{93} o_{94} o_{95} o_{96} o_{97} o_{98} o_{99} o_{100}

$$v_{\text{увеличение}} \Rightarrow \kappa = |\Gamma|^2 = 2,5 \frac{\text{см}}{\text{с}} = \frac{144}{100}$$

$$= \frac{250}{100} \cdot \frac{144}{100} = \frac{14400}{400} \frac{\text{см}}{\text{с}} \approx 3,6 \frac{\text{см}}{\text{с}}$$

Ответ: 1) 25 см 2) 4 см 3) $3,6 \frac{\text{см}}{\text{с}}$



На одной странице можно оформлять только одну задачу.

Отметьте крестиком номер задачи, решение которой представлено на странице:

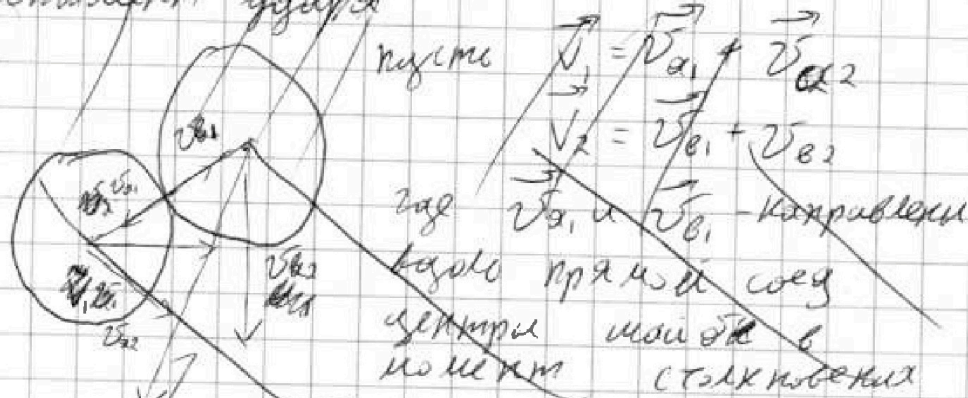
1	2	3	4	5	6	7
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



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

~~№1 (продолжение)~~

3) Момент удара



тогда E_{k1} - кинетическая энергия шаров
 системы до удара

$$E_{k1} = 15 m v_3^2$$

E_{k3} - общая кинетическая энергия
 после удара

$$E_{k3} = \frac{2m u_1^2}{2} + \frac{4m u_2^2}{2}$$

где u_1 и u_2 - скорости первой и второй шаров после удара

$$E_2 = E_{k3} - E_{k1}$$

ЗУИ:

$$3m \vec{v}_1 + 3m \vec{v}_2 = 2m \vec{u}_1 + 4m \vec{u}_2$$

Шары будут обмениваться энергией только вдоль прямой соединяющей центры

т.к. шары одинакового радиуса то $\vec{v}_{b1} \perp \vec{v}_{b2}$ и $\vec{v}_{a1} \perp \vec{v}_{a2}$