

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ по организации подготовки к ЕГЭ

Богданова Наталья Геннадьевна

учитель физики МОУ «Лицей № 1» г. Всеволожска



Особенности выполнения заданий по разным разделам курса физики

- § Каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 30 заданий, различающихся формой и уровнем сложности.
- § Часть 1 содержит 23 задания с кратким ответом: предлагается 6 заданий по механике, 5 заданий по молекулярной физике, 6 заданий по электродинамике и 2 задания по квантовой физике.
- § В конце первой части имеются 2 задания интегрированного характера и 2 задания на проверку умений снимать показания приборов и выбирать оборудование для проведения опыта.
- § Часть 2 содержит 7 заданий с развёрнутым ответом, в которых необходимо представить решение задачи или ответ в виде объяснения с опорой на изученные явления или законы



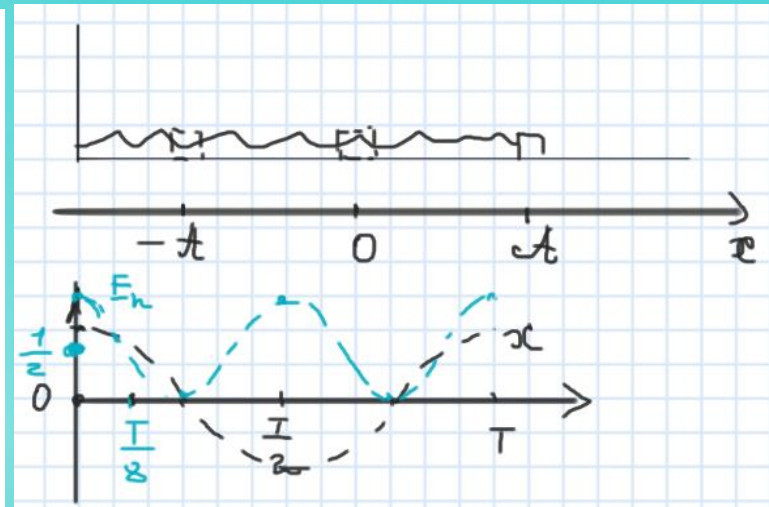
и повторении механических колебаний важно остановиться на заданиях, в которых используются формулы для гармонических колебаний.

Пример 1

Потенциальная энергия груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону $E_n = E_0 \cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$, где период $T = 1$ с. Через какое минимальное время, начиная с момента $t = 0$,

потенциальная энергия маятника уменьшится вдвое?

Ответ: 0,125 с.



$$E_1 = \frac{k A^2}{2} \quad E_{n2} = \frac{1}{2} \frac{k A^2}{2} = \frac{k x_2^2}{2}$$

$$\cos\left(\frac{2\pi t_2}{T}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\frac{2\pi t_2}{T} = \frac{\pi}{4} \rightarrow \frac{t_2}{T} = \frac{1}{8} \quad \underline{t_2 = \frac{T}{8}}$$

$$x_2^2 = \frac{A^2}{2}$$

$$x_2 = \frac{A}{\sqrt{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} A$$

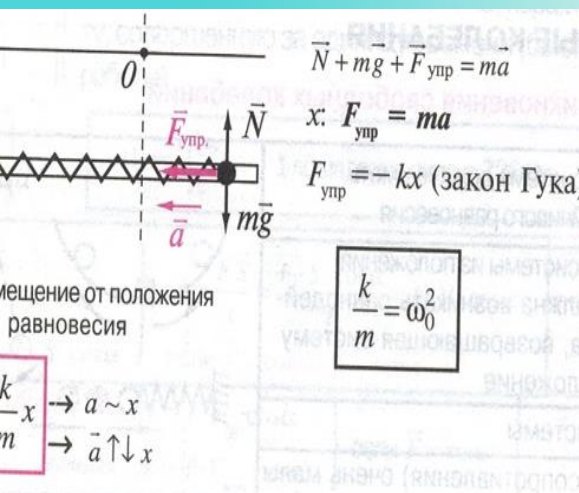
Поскольку потенциальная энергия маятника зависит от x^2 , то уменьшение в 2 раза соответствует уменьшению x в $\sqrt{2}$. Следовательно, в этот момент времени $\cos\left(\frac{2\pi t_2}{T}\right) = \frac{\sqrt{2}}{2}$. Отсюда момент времени равен 0,125 с.



и повторении механических колебаний важно остановиться на заданиях, в которых используются таблицы с представлением зависимости координаты колеблющегося тела от времени.

— циклическая частота [рад/с] —
число полных колебаний
за 2π секунд $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi \cdot \nu$

— частота [Гц] = [1/с] — число
полных колебаний за единицу
времени $\nu = \frac{1}{T}$



Пример 2

Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён горизонтальной пружиной с вертикальной стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, параллельно которой направлена ось Ox . В таблице приведены значения координаты груза x в различные моменты времени t . Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице.

$t, \text{с}$	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
$x, \text{см}$	4,0	2,8	0,0	-2,8	-4,0	-2,8	0,0

- 1) В момент времени 0,8 с ускорение груза максимально.
- 2) Модуль силы, с которой пружина действует на груз, в момент времени 0,8 с меньше, чем в момент времени 1,2 с.
- 3) Частота колебаний груза равна 1 Гц.
- 4) Период колебаний груза равен 1,6 с.
- 5) В момент времени 1,2 с потенциальная энергия пружины минимальна.

Ответ: 145.

В приведённой таблице отражён неполный период колебаний, и нужно понять, что период колебаний составляет 1,6 с, мысленно «продлив» таблицу. Кроме того, нужно помнить, что тело достигает максимального ускорения при амплитудном значении координаты, а при прохождении положения равновесия скорость тела максимальна, а ускорение минимально.

особенности выполнения заданий использования следующих физических величин: сила тока в колебательном контуре, напряжение на обкладках конденсатора, энергия электрического поля конденсатора, энергия магнитного поля катушки.

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$ (все величины выражены в СИ). Установите соответствие между физическими величинами и формулами, описывающими их зависимость от времени в условиях данной задачи. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите цифры выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

Сила тока $i(t)$ в колебательном контуре

Энергия $W_L(t)$ магнитного поля катушки

А	Б
1	3

ФОРМУЛЫ

- 1) $I \cdot \cos(5000t + \frac{\pi}{2})$
- 2) $20 \cdot \sin(5000t)$
- 3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
- 4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

$I = q' = -q_m \omega \sin \omega t$	$I = I_m \cdot \sin \omega t$	$I_m = q_m \omega$
$U = \frac{q}{C} = \frac{q_m}{C} \cdot \cos \omega t$	$U = U_m \cdot \cos \omega t$	$U_m = \frac{q_m}{C}$
$\epsilon_{si} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t} = -L \cdot I' = +L q_m \omega^2 \cdot \cos \omega t$	$\epsilon_{si} = \epsilon_{si_m} \cdot \cos \omega t$	$\epsilon_{si_m} = L \cdot q_m \omega^2$
Колебания в идеальном колебательном контуре являются гармоническими.		

Если контур идеальный, то

энергия сохраняется: $\frac{CU_m^2}{2} = \frac{LI_m^2}{2}$



диционно сложной является тема «Насыщенные и ненасыщенные пары». Важно помнить, что давление насыщенного водяного пара при температуре $t^{\circ}\text{C}$ равно нормальному атмосферному давлению – 100 кПа, относительная влажность воздуха не может быть больше 100%; при относительной влажности воздуха, равной 100 %, водяной пар в атмосфере становится насыщенным.

В герметичном сосуде объёмом 1 м^3 при температуре 289 К длительное время находился влажный воздух и 10 г воды. Сосуд медленно нагрели до температуры 298 К. Используя таблицу плотности насыщенных паров воды, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта.

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, \text{кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

При температуре 23°C влажность воздуха в сосуде была равна 48,5%.

В течение всего опыта в сосуде находилась вода в жидком состоянии.

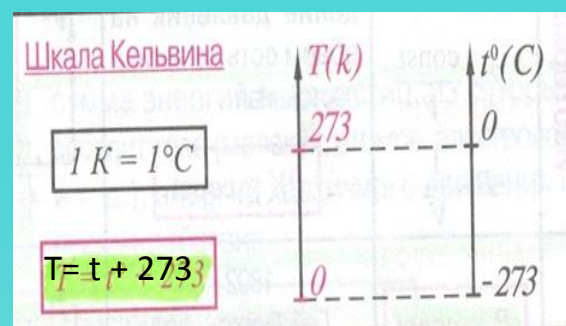
Поскольку объём сосуда не изменялся, давление влажного воздуха увеличивалось пропорционально его температуре.

В начальном состоянии при температуре 289 К пар в сосуде был насыщенный.

Частичное давление сухого воздуха в сосуде не изменялось.

Ответ: _____ 24 _____.

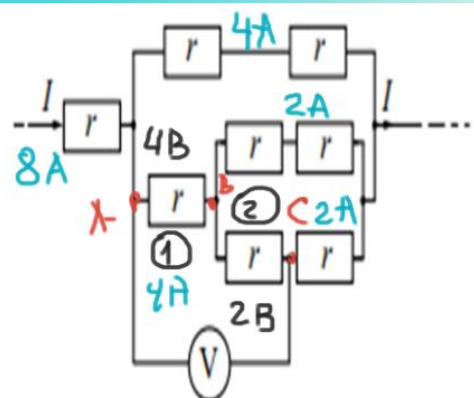
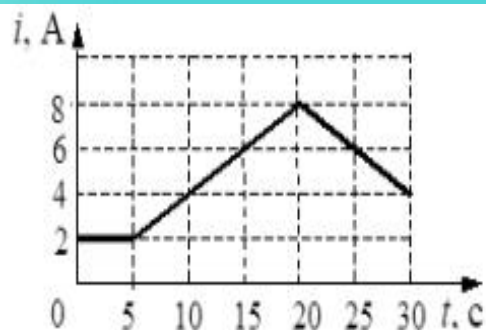
При температуре 289 К (16°C) в сосуде находился насыщенный водяной пар (13,6 г). По мере нагревания вода испарялась; при температуре 298 К (25°C) смогло испариться 9,4 г воды, так как максимально в сосуде могло содержаться в виде насыщенного пара 23 г. Следовательно, в сосуде ещё оставалась вода в жидком состоянии. При этом, по мере нагревания пар всегда оставался насыщенным, а давление влажного воздуха увеличивалось не только за счёт повышения температуры, но и за счёт увеличения концентрации молекул воды.



При повторении материала по теме «Постоянный ток»

На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за $\Delta t = 30$ с.

Ответ: 145 Кл.



Восемь одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 1$ Ом соединены в электрическую цепь, по которой течёт ток $I = 8$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает вольтметр? Вольтметр считать идеальным.

Ответ: 6 В.

$$U_V = \varphi_A - \varphi_C = (\varphi_A - \varphi_B) + (\varphi_B - \varphi_C) = U_1 + U_2 = 6 \text{ В}$$



ания линий 22 и 23 проверяют методологические умения на
овом уровне: запись показаний приборов с учётом абсолютной
решности измерения и выбор оборудования для проверки
анной гипотезы.

Определите силу тока в лампочке (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления амперметра.



Ответ: (0,4 $\pm$ 0,1) А.

В бланк ответов переносятся только числа без пробелов. При этом не забывайте также записывать в отдельной клетке запятую. Для примера 12 ответ в бланке будет 0,40,1.

бы узнать диаметр медной проволоки, ученик намотал её виток к витку на карандаш
мерил длину намотки из 20 витков. Длина оказалась равной (15 ± 1) мм. Запишите
вет диаметр проволоки с учётом погрешности измерений.

ет: (0,75 $\pm$ 0,05) мм.

Для определения диаметра проволоки необходимо и измеренное значение (15 мм),
грешность измерений (1 мм) разделить на число витков (число объектов в ряду).





ФИПИ

Задача №30, механика на 4 балла

расчетная задача + физическая модель

Двухкритериальная система оценивания

Критерий 1:

***Верно обоснована возможность использования законов
(закономерностей)***

1 балл

Критерий 2: ***Традиционные требования***

3 балла

Исходные формулы и законы (кодификатор);

Обозначения физических величин (рисунок);

Рисунок с указанием сил (если требуется);

Математические преобразования и расчеты;

Правильный числовой ответ, размерность.

Итого 4 балла

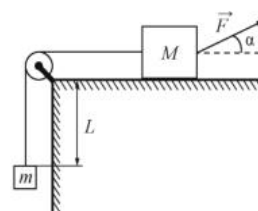
Все права защищены

пении 30 будут предлагаться следующие типы заданий:
 задачи на применение законов динамики (например,
 жение связанных тел).

задач на движение связанных
 целесообразно сначала
 лать рисунок с указанием всех
 действующих на тела, чтобы
 ориентироваться в условии
 ачи.

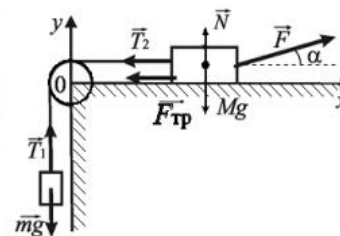
кты обоснования следующие:
 ор ИСО; использование
 дели материальных точек;
 овие, что для невесомой нити и
 альных блоков силы натяжения
 и, действующие на связанные
 а, можно считать одинаковыми;
 овие нерастяжимости нити,
 орое приводит к равенству
 орений связанных тел.

На горизонтальном столе находится брусок массой $M = 1$ кг, соединённый невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через гладкий невесомый блок, с грузом массой $m = 500$ г. На брусок действует сила $\vec{F}$, направленная под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок), $F = 9$ Н. В момент начала движения груз находился на расстоянии $L = 32$ см от края стола. Какую скорость V будет иметь груз в тот момент, когда он поднимется до края стола, если коэффициент трения между бруском и столом $\mu = 0,3$? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на брусок и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Обоснование

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной со столом.
2. При нахождении ускорений тел будем применять второй закон Ньютона, сформулированный для материальных точек, поскольку тела движутся поступательно.



3. Так как нить нерастяжима, ускорения бруска и груза равны по модулю: $|\vec{a}_1| = |\vec{a}_2| = a$.
4. Так как блок и нить невесомы и трения в блоке нет, силы натяжения нити, действующие на груз и брусок, одинаковы по модулю: $|\vec{T}_1| = |\vec{T}_2| = T$.



а линии 30 будут предлагаться следующие типы заданий:
задачи на применение закона сохранения импульса при
упругом ударе и закона сохранения энергии.

задач на законы сохранения импульса и
анения энергии необходимо в обосновании
ать выбор ИСО; использование модели
риальных точек; а затем условия
енимости закона сохранения импульса и
гии.

закона сохранения импульса могут
матриваться два случая: а) действием внешних
можно пренебречь в силу краткости времени
ействия (как при разрыве снаряда); б)
кции внешних сил на выбранную ось равны
и, следовательно, сохраняется проекция
льса на эту ось. Для закона сохранения
нической энергии необходимо отметить, что
все действующие силы потенциальны, либо
лняется условие равенства нулю их работы.

Снаряд массой 2 кг разорвался в полёте на две равные части, одна из которых продолжила движение в направлении движения снаряда, а другая – в противоположную сторону. В момент разрыва суммарная кинетическая энергия осколков увеличилась за счёт энергии взрыва на величину ΔE . Модуль скорости осколка, летящего по направлению движения снаряда, равен 900 м/с, а модуль скорости второго осколка – 100 м/с. Найдите величину ΔE . Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Обоснование

1. Задачу будем решать в инерциальной системе отсчёта, связанной с поверхностью Земли.
2. Будем считать все тела материальными точками. Трением снаряда и осколков о воздух пренебрежём.
3. Поскольку время разрыва снаряда мало, импульсом внешних сил (сил тяжести) можно пренебречь, а значит, для решения задачи можно воспользоваться законом сохранения импульса.
4. Так как при решении задачи мы пренебрегаем силой трения, то можно использовать закон сохранения энергии для снаряда с учётом энергии разрыва.



На линии 30 будут предлагаться следующие типы заданий:
[?] задачи по статике.

я заданий по статике в
основании должны быть
ражены следующие пункты:

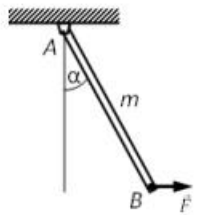
бор ИСО;

использование модели абсолютно
твёрдого тела;

венство нулю векторной суммы
йствующих на тело сил, если тело
ходится в покое относительно
ступательного движения;

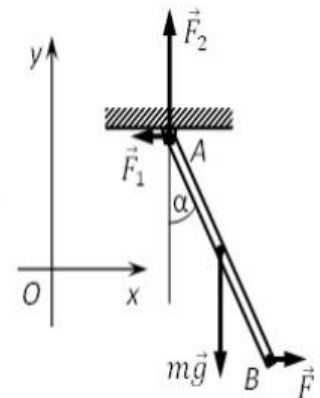
венство нулю суммы моментов
л, если тело не вращается.

Однородный стержень AB постоянного поперечного сечения прикреплен верхним концом к шарниру, в котором он может без трения поворачиваться в плоскости рисунка. Масса стержня $m = 1$ кг. Если к нижнему концу стержня приложена в плоскости рисунка постоянная горизонтальная сила $\vec{F}$, то в равновесии стержень образует с вертикалью угол α ($\operatorname{tg} \alpha = 0,8$). Чему равен модуль силы, с которой стержень действует в равновесии на шарнир? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на стержень AB . Обоснуйте применимость используемых законов к решению задачи.

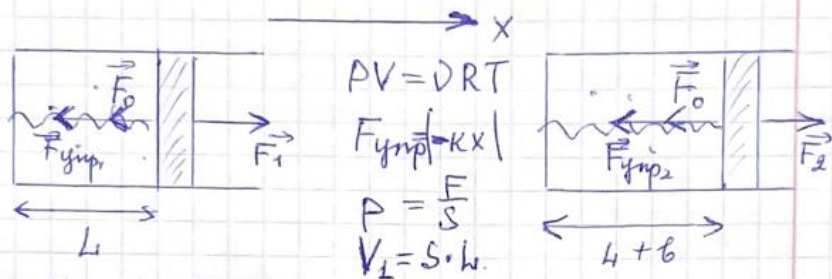


Обоснование

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной.
2. Стержень будем считать абсолютно твёрдым телом с осью вращения, проходящей перпендикулярно плоскости рисунка через точку A .
3. Так как тело находится в покое относительно поступательного движения, то справедливо равенство нулю суммы сил, приложенных к телу.
4. Так как тело не вращается, то выполняется условие – равенство нулю суммы моментов сил, приложенных к телу, относительно оси, проходящей через точку A .
5. Согласно третьему закону Ньютона сила, с которой стержень действует на шарнир, равна по модулю и направлена противоположно силе, с которой шарнир действует на стержень: $\vec{F}_{\text{ш}} = -\vec{F}_{\text{ст}}$.



Денисова 2023
Решение



$$x: F_1 - F_0 - F_{\text{spring}} = 0$$

$$p_1 = p_0$$

$$F_{\text{spring}} = 0$$

$$U_1 = \frac{3}{2} \nu R T_1 =$$

$$p_1 V_1 = \frac{3}{2} p_0 S \cdot L$$

$$U_2 - U_1 = \frac{3}{2} (p_0 S + k b) (L + b) - \frac{3}{2} p_0 S L$$

$$= \frac{3}{2} p_0 S L + \frac{3}{2} k b L + \frac{3}{2} p_0 S b + \frac{3}{2} k b^2$$

$$\frac{3}{2} p_0 S L = \frac{3}{2} p_0 S L + \frac{3}{2} k b L + \frac{3}{2} p_0 S b + \frac{3}{2} k b^2$$

$$\frac{3}{2} p_0 S b + \frac{3}{2} k (b L + b^2) + \frac{2 p_0 + k b}{2} \cdot S b$$

$$k = \frac{Q - \frac{5}{2} p_0 S b}{2 b^2 + \frac{3}{2} b L}$$

$$x: F_2 - F_0 - F_{\text{spring}2} = 0$$

$$p_2 = p_0 + \frac{F_{\text{spring}2}}{S}$$

$$x = b$$

$$p_2 = p_0 + \frac{k b}{S}$$

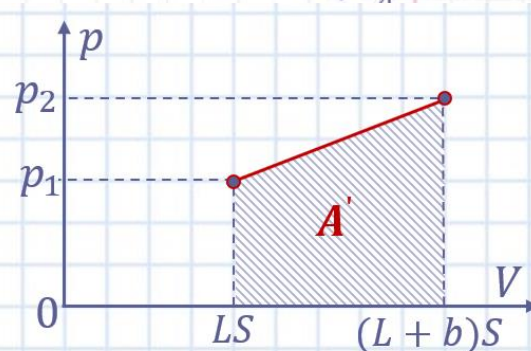
$$U_2 = \frac{3}{2} \nu R T_2 =$$

$$= \frac{3}{2} p_2 V_2, V_2 = S (L + b)$$

$$U_2 = \frac{3}{2} (p_0 + \frac{k b}{S}) \cdot S (L + b)$$

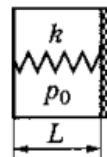
$$Q = \Delta U + A'$$

$$A' = S \text{ площади}$$



27

В горизонтальном цилиндре с гладкими стенками под массивным поршнем площадью S находится одноатомный идеальный газ. Поршень соединён с основанием цилиндра пружиной. В начальном состоянии расстояние между поршнем и основанием цилиндра было равно L , а давление газа в цилиндре было равно внешнему атмосферному давлению p_0 (см. рисунок). Затем газу было передано количество теплоты Q , и в результате поршень медленно переместился вправо на расстояние b . Чему равна жёсткость пружины k ?



27

Возможное решение

1. Систему отсчёта, связанную с Землёй, будем считать инерциальной. В процессе медленного движения поршня его ускорение считаем ничтожно малым. Поэтому сумма приложенных к поршню сил при его движении равна нулю (рис. а). В проекциях на горизонтальную ось x получаем: $F_1 - F_0 - F_{\text{упр}} = 0$, где F_0 — сила давления атмосферы на поршень, F_1 — сила давления газа в цилиндре на поршень, $F_{\text{упр}}$ — упругая сила, действующая на поршень со стороны пружины.

2. Из равенства давлений слева и справа от поршня в начальном состоянии и гладкости стенок следует, что в начальном состоянии пружина не деформирована. Поэтому при смещении поршня вправо от начального положения на величину x модуль упругой силы $F_{\text{упр}} = kx$. Тогда

$$F_1 = p(x)S = F_0 + F_{\text{упр}} = p_0 S + kx,$$

и давление в цилиндре при смещении поршня вправо от начального положения на величину x определяется по формуле $p(x) = p_0 + \frac{kx}{S}$ (рис. б).

3. Используем модель одноатомного идеального газа $\begin{cases} pV = \nu RT, \\ U = \frac{3}{2} \nu RT. \end{cases}$

Отсюда получаем: $U = \frac{3}{2} pV$. Внутренняя энергия газа в исходном состоянии $U_1 = \frac{3}{2} p_0 S L$, а в конечном состоянии

$$U_2 = \frac{3}{2} p(b) \cdot S (L + b) = \frac{3}{2} \left(p_0 + \frac{k b}{S} \right) S (L + b).$$

4. Из первого начала термодинамики получаем: $Q = U_2 - U_1 + A_{12}$.

Работа газа A_{12} при сдвиге поршня из начального состояния в конечное равна произведению величины S и площади трапеции под графиком $p(x)$ на рис. б:

$A_{12} = \frac{1}{2} [p(0) + p(b)] S b = \left(p_0 S + \frac{k b}{2} \right) b$. Подставляя в выражение для Q значения U_1 , U_2 и A_{12} , получим:

$$Q = \frac{3}{2} (p_0 S + k b) (L + b) - \frac{3}{2} p_0 S L + \left(p_0 S + \frac{k b}{2} \right) b = \frac{3}{2} k b L + \frac{5}{2} p_0 S b + 2 k b^2.$$

Решая это уравнение относительно k , получим: $k = \frac{2Q - 5 p_0 S b}{3 b L + 4 b^2}$.

$$\text{Ответ: } k = \frac{2Q - 5 p_0 S b}{3 b L + 4 b^2}.$$

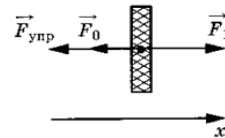


Рис. а

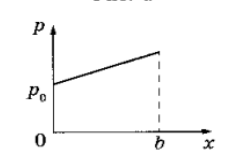
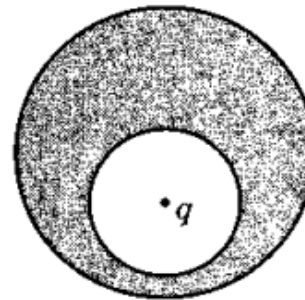


Рис. б

В нижней половине незаряженного металлического шара располагается крупная шарообразная полость, заполненная воздухом. Шар находится в воздухе вдали от других предметов. В центр полости помещён положительный точечный заряд $q > 0$ (см. рисунок). Нарисуйте картину линий напряжённости электростатического поля внутри полости, внутри проводника и снаружи шара. Если поле отсутствует, напишите в данной области: $\vec{E} = 0$. Если поле отлично от нуля, нарисуйте картину поля в данной области, используя восемь линий напряжённости. Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



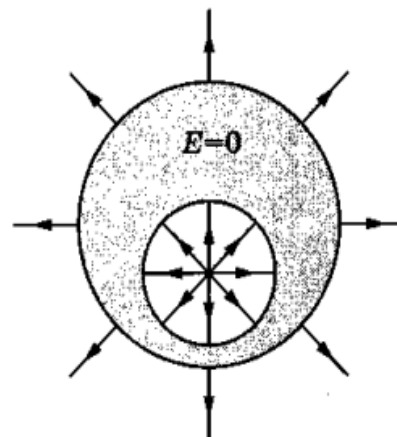
Возможное решение

Приведён схематический рисунок картины линий напряжённости: внутри полости — семейство прямых лучей, исходящих из заряда и приходящих на поверхность полости по нормали; снаружи шара — семейство прямых лучей, исходящих с поверхности шара по нормали к ней и уходящих в бесконечность.

Внутри проводника — электростатическое поле $\vec{E} = 0$.

Заряд q помещён в центр шарообразной полости. Поэтому его электростатическое поле в полости обладает центральной симметрией и выглядит как поле уединённого точечного заряда $q > 0$, находящегося в центре полости. Линии напряжённости этого поля подходят по нормали к поверхности полости, где равномерно распределён отрицательный индуцированный заряд $-q < 0$.

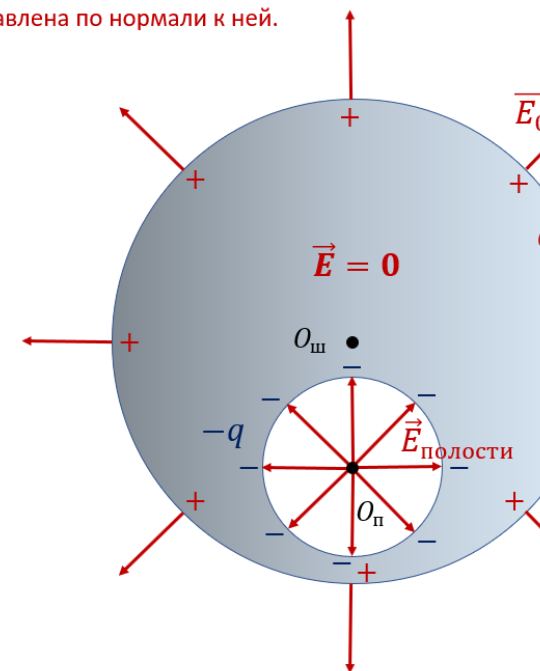
На наружной поверхности шара находится (в силу нейтральности шара в целом) положительный заряд $q > 0$. В силу того, что внутри проводника $\vec{E} = 0$, а снаружи окружающие предметы расположены далеко от шара, этот заряд распределён по поверхности шара равномерно. Его поле вне шара выглядит как поле уединённого точечного заряда $q > 0$, расположенного в центре шара. Линии напряжённости исходят от шара по нормали к его поверхности.



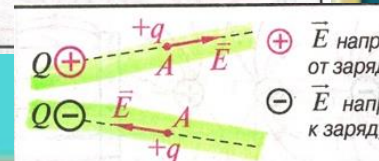
Электростатическая индукция

Условие статического распределения зарядов:

- 1) внутри проводника напряжённость поля равна нулю
- 2) у поверхности направлена по нормали к ней.



Проводник	вещество, обладающее свободными зарядами (электронами, ионами). Проводит электрический ток
	На свободные заряды внутри проводника действует сила $F = \vec{e} \cdot E_0$, в результате идет кратковременный ток до тех пор, пока не $\vec{E}_0 = -\vec{E}'$ ($\vec{E}_0$ — напряжённость внешнего поля; $\vec{E}'$ — напряжённость, созданная перераспределением зарядов) В результате: напряжённость поля внутри проводника равна нулю, а поверхность проводника является эквипотенциальной Применение: электростатическая защита

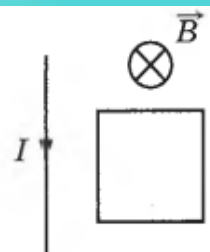


Закон сохранения заряда

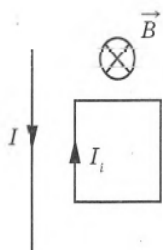
Алгебраическая сумма зарядов замкнутой системы остается постоянной

$$q_1 + q_2 + \dots + q_n = \text{const}$$

Прямой проводник с током и проводящая рамка лежат в одной плоскости, перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля. Опираясь на законы физики, укажите направление силы, действующей на рамку, когда величина магнитной индукции $\vec{B}$ уменьшается.



При изменении магнитного потока через поверхность, ограниченную проводящим контуром, в контуре возникает индукционный ток I_i , направление которого определяется правилом Ленца (см. рис.).



В однородном магнитном поле на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Направление силы находится по правилу левой руки, а величина — по формуле $F = B I l \sin \alpha$, где α — угол между направлением проводника и вектором $\vec{B}$. Так как рамка прямоугольная, а угол во всех случаях равен 90° , то силы, приложенные к противоположным сторонам рамки, равны по модулю и направлены взаимно противоположно. Результирующая сил, действующих на рамку со стороны магнитного поля, равна нулю.

Прямой проводник с током создаёт неоднородное магнитное поле, ближе к проводнику сильнее, чем на расстоянии от него. Направление линий магнитного поля в каждой точке рамки одинаково, оно определяется по правилу буравчика. В проводнике протекает постоянный ток, поэтому поле не меняется со временем и не влияет на индукционный ток в рамке.

В неоднородном магнитном поле проводника на каждую сторону рамки действует сила Ампера. Силы на противоположные стороны рамки, перпендикулярные проводнику, расположены на одинаковом расстоянии от проводника. На них действуют силы, равные по модулю и направлены противоположно друг другу. Их сумма равна нулю. Силы, действующие на параллельные проводнику стороны рамки, направлены тоже противоположно друг другу. Из-за неоднородности поля проводник с током притягивает ближнюю сторону рамки сильнее, чем притягивает более удалённую сторону. Результирующая этих сил отталкивает рамку от проводника.

По принципу суперпозиции, однородное магнитное поле и поле проводника действуют на рамку независимо друг от друга. Поэтому результирующая сила, действующая на рамку, направлена вправо от проводника с током.



Электromагнитная индукция

Явление возникновения индукционного тока в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока (Φ), пронизывающего контур (при изменении числа линий магнитной индукции)

2 ПРАВИЛО ЛЕНЦА

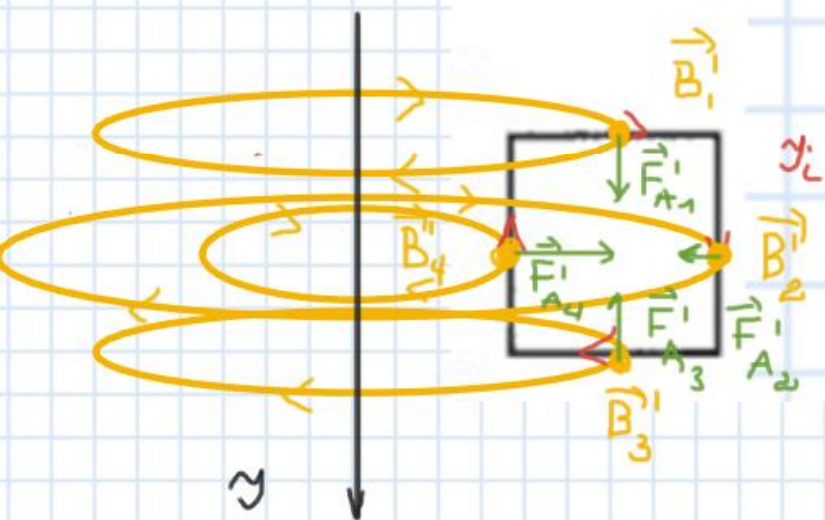
Индукционный ток, возникающий в замкнутом контуре, всегда имеет такое направление, что создаваемое им магнитное поле препятствует изменению магнитного потока, вызвавшего этот индукционный ток

если $\Phi \downarrow$, то $\vec{B}_0 \uparrow \uparrow \vec{B}_i$	если $\Phi \uparrow$, то $\vec{B}_0 \uparrow \downarrow \vec{B}_i$
---	---



Прямолинейный проводник с током и проводящая рамка лежат в плоскости, перпендикулярной линиям индукции однородного магнитного поля. Опираясь на законы физики, укажите направление силы, действующей на рамку, когда величина магнитной индукции $\vec{B}$ уменьшается.

2) $B_4 > B_1 = B_3 > B_2$ ($B_{\text{поле}} \sim \frac{y}{R}$)
 $F'_{A4} > F'_{A1} = F'_{A3} > F'_{A2}$
 $F'_A = B' y_i e \sin 90^\circ = B' y_i e$

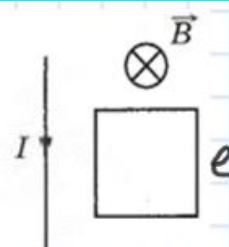


$$\vec{F}'_{A1} + \vec{F}'_{A3} = 0$$

$$\vec{F}'_{A4} + \vec{F}'_{A2} \neq 0$$

принцип суперпозиции сил

равнодействующая сила направлена горизонтально вправо

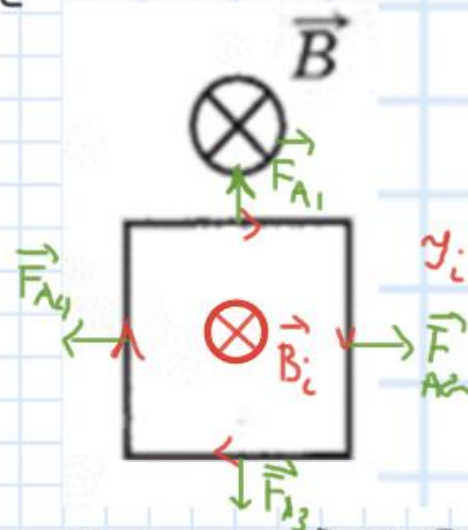


1) ЭМИ

$\vec{B}$

Φ уменьш.
правило Ленца

$\vec{B}_i \uparrow \uparrow \vec{B}$



растяжение рамки

$$F_{A1} = F_{A2} = F_{A3} = F_{A4} = B y_i e \sin 90^\circ = B y_i e$$

$$\vec{F}_{A1} + \vec{F}_{A2} + \vec{F}_{A3} + \vec{F}_{A4} = 0$$

спасибо за внимание!



Все ответы в заданиях первой части работы соответствуют расчётам с использованием именно тех значений констант, которые приведены в начале варианта.

Записать полученное значение физической величины нужно с учётом указанных единиц измерения

В задании 1 возможен ответ в виде отрицательного числа

Во всех заданиях с множественным выбором верных ответов может быть два или три

Некоторые из предложенных величин при изменении в процессах могут оставаться неизменными

Абсолютная погрешность измерений задаётся в тексте задания: либо в виде половины цены деления, либо в виде цены деления. Обратите внимание на подключение амперметров и вольтметров с двумя шкалами

На экзамене по физике можно пользоваться линейкой и непрограммируемым калькулятором