

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

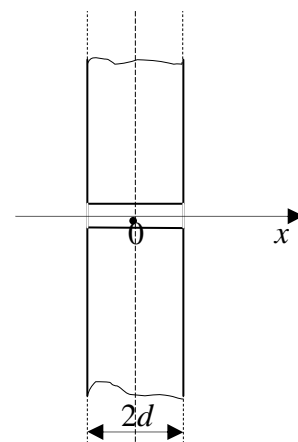
29 декабря 2009 г.

ФИО	№ группы

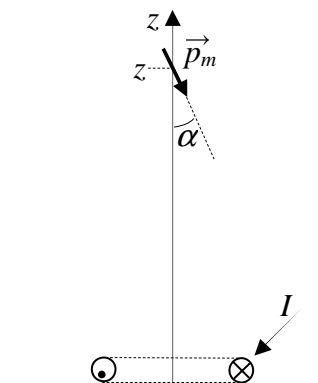
ВАРИАНТ А

1	2	3	4	5	чисто решено	оценка

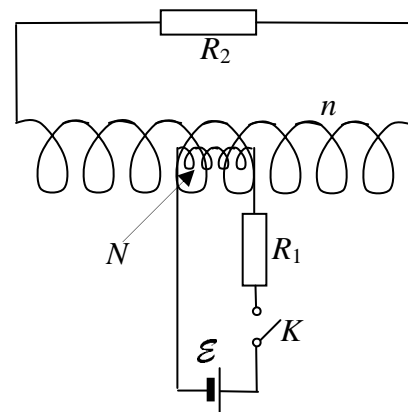
1А. Напряжённость электрического поля, измеренная в тонком канале, просверленном перпендикулярно поверхностям неоднородно поляризованной пластинки (см. рис.), оказалась равна $\vec{E}(x) = \vec{E}_0 \cdot (x/d)^3$. Найдите распределение поляризационных зарядов в пластинке, вектор поляризации \vec{P} , а также поля $\vec{E}(x)$ и $\vec{D}(x)$ внутри и вне пластинки. Электрическое поле $\vec{E}(x)$ направлено параллельно оси x .



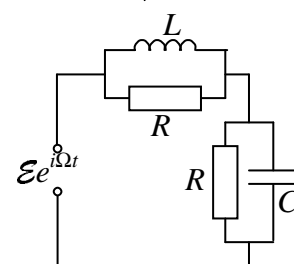
2А. На горизонтальной плоскости лежит проводящее кольцо диаметра D , по которому течёт ток I . На высоте z ($z \gg D$) на оси кольца расположен точечный магнитный диполь с моментом \vec{p}_m . Направление тока в кольце и ориентация диполя указаны на рис. Определите модули силы F и момента сил M , действующих на диполь в магнитном поле кольца. Укажите направления векторов \vec{F} и \vec{M} .



3А. В схеме, изображённой на рис., внутри длинного соленоида с плотностью намотки витков n соосно расположена небольшая катушка с числом витков N . Соленоид замкнут на резистор с сопротивлением R_2 . Радиус витков катушки r . При замыкании ключа K катушка последовательно с сопротивлением R_1 подключается к батарее с э.д.с. \mathcal{E} . Определите, какой заряд протечёт через сопротивление R_2 после замыкания ключа.



4А. На рис. изображён колебательный контур, параметры которого подчиняются условию $R \gg \omega L, 1/\omega C$. Определите резонансную частоту $f_{\text{рез}}$ и сопротивление контура $R_{\text{рез}}$ на резонансной частоте. Определите также добротность Q контура. Расчитайте $f_{\text{рез}}$, $R_{\text{рез}}$ и Q при следующих значениях параметров: $R = 10^4 \text{ Ом}$, $L = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Г}$, $C = 4 \cdot 10^{-7} \text{ Ф}$.



5А. Пустой конденсатор сложной формы подсоединён к идеальной катушке. Резонансная частота колебательного контура оказалась равной $f_0 = 3,6 \text{ МГц}$. Конденсатор заполнили однородной слабопроводящей средой с удельной проводимостью $\sigma = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} = 1,8 \cdot 10^4 \text{ (ед. СГСЭ)}$ и диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Принимая во внимание только потери энергии в диэлектрике, определите добротность Q колебательного контура.

ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

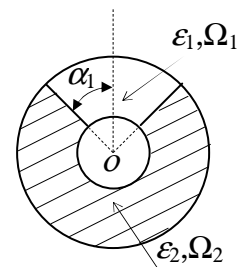
29 декабря 2009 г.

ФИО	№ группы

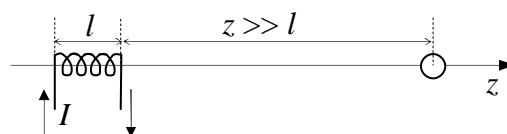
ВАРИАНТ Б

1	2	3	4	5	чисто решено	оценка

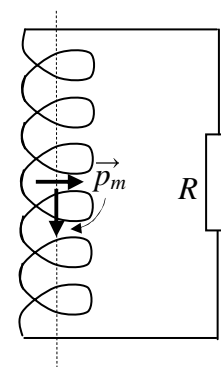
1Б. Определить силу, действующую на внутреннюю сферу сферического конденсатора, если заряд внутренней сферы радиусом R равен q . Пространство между обкладками конденсатора заполнено однородными диэлектриками с диэлектрическими проницаемостями ϵ_1 и ϵ_2 . Диэлектрики граничат между собой вдоль поверхности конуса с вершиной в центре сферы O . Телесные углы, включающие в себя диэлектрики, равны Ω_1 и $\Omega_2 = 4\pi - \Omega_1$. Причём угол наклона образующей первого конуса $\alpha_1 = \pi/3$.



2Б. По виткам катушки, имеющей N витков диаметра D , протекает ток I . На оси катушки на расстоянии $z \gg l$, где l — длина катушки, расположен небольшой сверхпроводящий шарик радиуса $R \ll l$ (см. рис.). Найдите силу, действующую на шарик, и укажите её знак.



3Б. Внутри длинного соленоида с плотностью намотки витков n , замкнутого на резистор с сопротивлением R , расположена небольшая магнитная стрелка с магнитным моментом \vec{p}_m . Ось стрелки перпендикулярна оси соленоида (см. рис.). Какой заряд q протечёт через сопротивление R при повороте стрелки на 90° (в плоскости рисунка)?

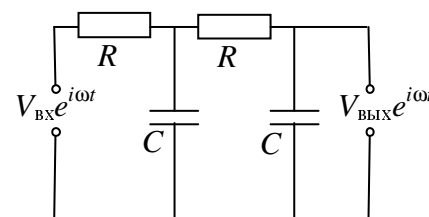


4Б. В релаксационных генераторах электрических колебаний (т.е. генераторах, в схеме которых нет колебательных контуров) иногда в цепи обратной связи используют двухзвенную RC-цепочку (см. рис.).

1). Предполагая, что цепочка на выходном конце не нагружена, найдите комплексную передаточную функцию $K(\omega)$ частотной характеристики такой цепочки.

2). На какой частоте ω_0 напряжение на выходе будет сдвинуто по фазе на $\pi/2$ относительно входного напряжения?

3). Чему равно на этой частоте отношение амплитуд выходного и входного напряжений?



5Б. По длинному коаксиальному кабелю длиной $l = 100$ м высокочастотная электромагнитная энергия передаётся от передатчика к антенне (рис.), согласованной с кабелем (т.е. нет отражённой волны). Кабель заполнен диэлектриком с диэлектрической проницаемостью $\epsilon = 2$. Проводимость диэлектрика $\sigma = 10^{-6} \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1} = 9 \cdot 10^3$ (ед. СГСЭ), магнитная проницаемость $\mu = 1$. Принимая во внимание только потери в диэлектрике, оцените долю мощности $\Delta P/P$, теряемой в кабеле.

