

# ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ.

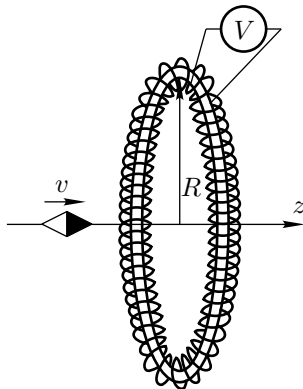
29 декабря 2006 г.

1	2	3	4	5	Σ

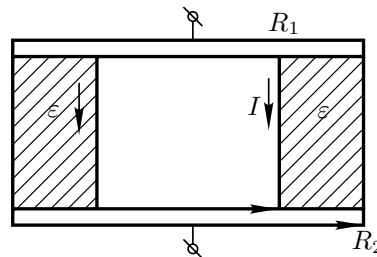
## ВАРИАНТ А

**1А.** Длинный цилиндр радиусом  $R = 3$  см из графита с удельным сопротивлением  $\rho = 3,1 \cdot 10^{-15}$  ед. СГС расположен параллельно линиям индукции однородного магнитного поля, медленно меняющегося по закону  $B_{\text{вн}} = B_0 \cos \omega t$  с угловой частотой  $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$ . Найдите отличие  $\Delta B$  магнитного поля на оси цилиндра от  $B_{\text{вн}}$ . Оцените численно отношение амплитудных значений  $\left| \frac{\Delta B_0}{B_0} \right|$ .

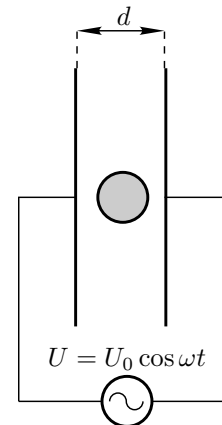
**2А.** Вдоль оси тонкой тороидальной катушки радиусом  $R$  движется с постоянной скоростью  $v$  маленькая магнитная стрелка с магнитным моментом  $\vec{p}_m$ , направленным вдоль оси  $z$  (см. рис.). При каких значениях  $z$  показания безинерционного вольтметра  $V$ , подключённого к катушке, будут максимальными?



Задача 2



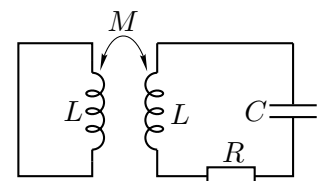
Задача 3



Задача 5

**3А.** Заряженный плоский конденсатор с круглыми пластинами радиусом  $R_2$ , отключённый от внешней цепи, постепенно разряжается через слабо проводящий диэлектрик с диэлектрической проницаемостью  $\epsilon$ , вставленный между пластинами (см. рис.). Диэлектрик имеет форму кольца с внутренним радиусом  $R_1$  и наружным радиусом  $R_2$ , ток через него в данный момент равен  $I$ . Пренебрегая краевыми эффектами для электрического поля в конденсаторе, определить распределение магнитного поля внутри и вне диэлектрика в конденсаторе. Магнитная проницаемость  $\mu = 1$ .

**4А.** Как изменится добротность колебательного контура с заданными  $L, C, R$  ( $R \ll \sqrt{L/C}$ ) при замыкании накоротко сверхпроводящей катушки  $L$ , если коэффициент взаимной индукции катушек  $M = \frac{4}{5}L$ ? Как изменится добротность контура, если после замыкания ключа  $K$  изменением ёмкости конденсатора  $C$  настроить контур на прежнюю частоту?



**5А.** В плоском конденсаторе с расстоянием между пластинами  $d$  расположено облако однородной плазмы с концентрацией электронов  $n_e$ , имеющее форму шара радиуса  $b$  (см. рис.). К конденсатору приложено переменное напряжение  $U = U_0 \cos \omega t$ . Найдите резонансную частоту такого контура, считая, что радиус шара много меньше расстояния до ближайшей пластины.

# ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

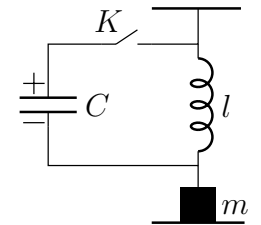
Для студентов 2-го курса МФТИ.

29 декабря 2006 г.

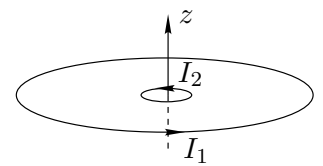
1	2	3	4	5	Σ

## ВАРИАНТ Б

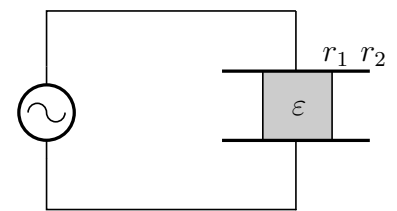
**1Б.** Конденсатор ёмкостью  $C = 10$  мкФ, заряженный до разности потенциалов  $U = 400$  В, при замыкании ключа  $K$  подключается к соленоиду круглого сечения длиной  $l = 40$  см. Соленоид представляет собой спираль, верхний конец которой закреплён, а нижний соединён с грузом  $M$ . В начальный момент спираль находится в недеформированном состоянии. Предполагая сопротивление цепи равным нулю, определите при каком условии груз  $m$  подпрыгнет над подставкой при замыкании ключа  $K$ .



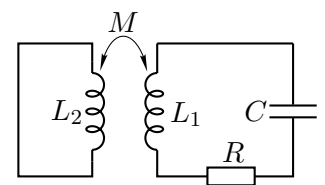
**2Б.** Круглый неподвижный виток радиусом  $R$  и небольшое кольцо радиусом  $r$  ( $r \ll R$ ) и массой  $m$  расположены соосно в плоскости  $z = 0$ . По витку протекает ток  $I_1$ , по кольцу — ток  $I_2$ . Пренебрегая индукционными эффектами, определите период малых колебаний кольца при его смещении вдоль оси  $Z$ .



**3Б.** Через плоский конденсатор с круглыми пластинами радиусом  $r_2$  каждая течёт переменный ток  $I = I_0 \cos \omega t$ . При этом в конденсатор симметрично вставлена слабо проводящая диэлектрическая пластина в форме диска радиусом  $r_1$  и толщиной  $d$ . Диэлектрическая проницаемость диэлектрика  $\epsilon$ , удельное сопротивление  $\rho$ . Принимая  $\epsilon = 2$ ,  $r_2 = 2r_1 = 2r$ , найти амплитуду напряжения на конденсаторе.



**4Б.** Параметрические колебания в контуре  $L_1, C, R$  можно возбудить, периодически скачкообразно изменяя взаимную индуктивность  $M$  между катушкой контура  $L_1$  и сверхпроводящей коротко замкнутой катушкой  $L_2$ . Каковы условия возбуждения колебаний, если  $L_1 = L_2 = L$ , а  $M = \frac{1}{2}L$ ? Каково минимальное значение  $\Delta M$ , при котором возможно возбуждение колебаний?



**5Б.** В плоском конденсаторе с расстоянием между пластинами  $d$  расположен параллельно пластинам плоский слой плазмы толщины  $h$ . К конденсатору приложено переменное напряжение  $U = U_0 \cos \omega t$ . Найдите резонансную частоту такого контура. Концентрация электронов плазмы  $n_e$  считается известной.

