

# ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

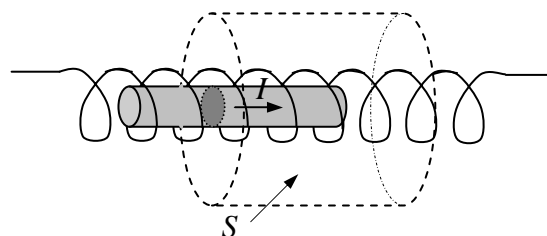
29 декабря 2010г.

ФИО	№ группы

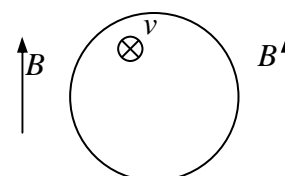
**ВАРИАНТ А**

1	2	3	4	5	Σ	оценка

**1А.** В длинную катушку с плотностью намотки  $n$  вставлен постоянный магнит — стержень с однородной намагниченностью  $\vec{I}$  и поперечным сечением  $\sigma$ . В катушке течёт постоянный ток  $J$ . Найти поток вектора  $\vec{H}$  через замкнутую поверхность цилиндра  $S$ , указанную на рисунке пунктиром. Левое основание цилиндра пересекается стержнем и катушкой вдали от торцов.

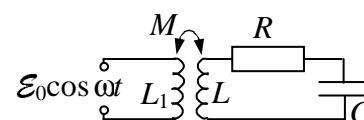


**2А.** Диэлектрическая жидкость течёт по тонкостенной непроводящей трубе радиуса  $R$  с постоянной скоростью  $v$ . Труба помещена в постоянное однородное магнитное поле  $B$ , перпендикулярное оси трубы. Диэлектрическая проницаемость жидкости  $\epsilon$ . Найти электрическое поле  $E$  и поляризацию  $P$  внутри жидкости и распределение плотности зарядов  $\sigma$  по поверхности жидкости в радиальном сечении.

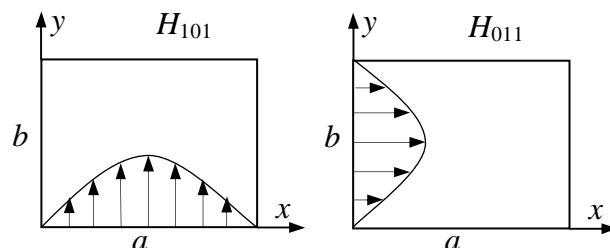


**3А.** Заряд электрона  $e = -1,602 \cdot 10^{-19}$  Кл, его масса  $m_e = 0,911 \cdot 10^{-30}$  кг. Предполагая, что электрон представляет собой шарик с равномерно распределённым по объёму зарядом и что вся его энергия имеет электростатическое происхождение, определите для этой модели радиус электрона  $r_e$ . Определите для такой же модели радиус протона  $r_p$ . Масса протона  $m_p = 1,673 \cdot 10^{-27}$  кг. Выразите  $r_e$  и  $r_p$  в единицах классического радиуса электрона  $r_0 = e^2/m_e c^2$ .

**4А.** Вблизи катушки  $L$  высокодобротного колебательного контура  $L, C, R$  расположена катушка  $L_1$ . Коэффициент взаимной индукции катушек равен  $M$ . К катушке  $L_1$  подключена внешняя ЭДС  $\mathcal{E}_0 \cos \omega t$ . Определите амплитуду вынужденных колебаний напряжения на конденсаторе при резонансе. Какова добротность последовательного колебательного контура при короткозамкнутой катушке  $L_1$ ?



**5А.** В прямоугольном резонаторе со сторонами  $a \times b \times L = 6,2 \times 6,4 \times 10,4$  см<sup>3</sup> возбуждена резонансная мода  $H_{101}$  ( $TE_{101}$ ). Связь генератора с резонатором позволяет возбуждать моды с разной поляризацией (ориентацией вектора  $\vec{E}$ ). Вследствие ионизации воздуха в резонаторе образовалась плазма. Оцените, при какой концентрации  $n$  плазмы резонатор перестроится на резонансную моду  $H_{011}$  ( $TE_{011}$ ) при неизменной частоте СВЧ генератора.



Примечание: на рис. представлены распределения электрического поля в плоскости  $xy$  для мод  $H_{101}$  ( $TE_{101}$ ) и  $H_{011}$  ( $TE_{011}$ ).

# ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА ПО ФИЗИКЕ

Для студентов 2-го курса МФТИ

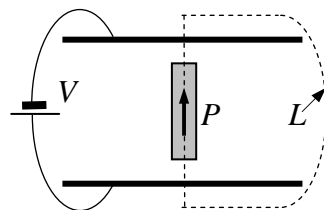
29 декабря 2010г.

ФИО	№ группы

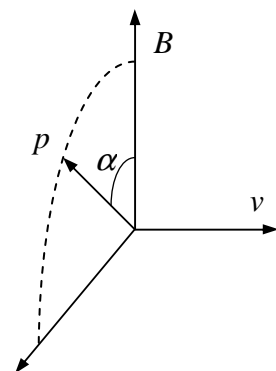
**ВАРИАНТ Б**

1	2	3	4	5	Σ	оценка

**1Б.** В заряженный плоский конденсатор вставлен диэлектрический стержень длины  $l_0$  из электрета с «замороженной» однородной поляризацией  $\vec{P}$  (см. рис.). К конденсатору приложена разность потенциалов  $V$ . Найти циркуляцию вектора  $\vec{D}$  по контуру  $L$ , показанному на рисунке.

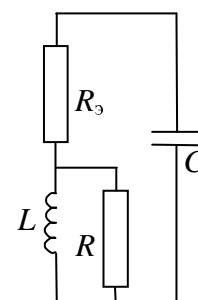


**2Б.** Электрический диполь с дипольным моментом  $p$  влетает в область с однородным магнитным полем  $\vec{B}$ . Силовые линии поля и вектор дипольного момента  $\vec{p}$  перпендикулярны скорости диполя  $\vec{v}$ . Найти частоту малых колебаний направления вектора  $\vec{p}$  относительно положения равновесия. Считать, что все главные моменты инерции диполя одинаковы и равны  $I$ .



**3Б.** Согласно первоначальной гипотезе, собственный магнитный момент электрона, равный  $\mu_B = 9,28 \cdot 10^{-21}$  эрг/Гс (эта величина называется магнетоном Бора), обусловлен его вращением. Предполагая, что электрон представляет собой однородно заряженный шарик с полным зарядом  $e = -4,8 \cdot 10^{-10}$  ед. СГСЭ, определите в рамках этой гипотезы минимальный радиус электрона  $r_e$  при условии, что экваториальная скорость вращения не должна превышать скорость света  $c$ .

**4Б.** Эквивалентная схема одного из генераторов незатухающих электрических колебаний изображена на рис. Здесь  $L$ ,  $C$ , и  $R$  — элементы колебательного контура, а  $R_3$  — отрицательное сопротивление, вносимое в контур цепью обратной связи. Полагая, что пассивный изолированный контур (без цепи обратной связи) имеет высокую добротность, определите:



- частоту генерации  $\omega_0$ ,
  - значение  $R_3$ , при котором в схеме возникают незатухающие колебания, если  $L = 10^{-2}$  Гн,  $C = 10^{-6}$  Ф,  $R = 10^4$  Ом.
- Определите также добротность  $Q$  пассивного контура.

**5Б.** Генератор микроволнового диапазона связан с антенной через волновод прямоугольного сечения  $a \times b = 5,1 \times 3,2$  см<sup>2</sup>. Антенна излучает электромагнитную волну с длиной  $\lambda = 10,1$  см. Вследствие ионизации воздуха в волноводе образовалась плазма. Оцените, при какой минимальной концентрации  $n$  плазмы связь между генератором и антенной нарушится.