

Профессор Ермаченко В.М. и профессор Евсеев И.В.

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Макроскопическая электродинамика»
для студентов 7-го семестра факультета «Т»

7. Сценарий проведения практических занятий (8 занятий)

Семинар 1

1. Операции с ∇ : $\text{grad}\varphi$, $\text{div}\mathbf{a}$, rota . $(\text{rota})_i = \varepsilon_{ijk} \frac{\partial a_k}{\partial x_j}$ Напомнить свойства ε_{ijk} .
2. Повторные операции с ∇ : $\text{divgrad}\varphi = \Delta\varphi$, $\text{rotgrad}\varphi = 0$,
 $\text{rotrota} = \text{graddiv}\mathbf{a} - \Delta\mathbf{a}$, $\text{divrota} = 0$.
3. Действие ∇ на произведение функций: $\text{grad}(\Psi\varphi)$, $\text{div}(\varphi\mathbf{a})$, $\text{rot}(\varphi\mathbf{a})$,
 $\text{rot}[\mathbf{a},\mathbf{b}]$, $\text{div}[\mathbf{a},\mathbf{b}]$, $\text{grad}(\mathbf{a},\mathbf{b})$,
Напомнить оператор $(\mathbf{b},\text{grad})\mathbf{a} = (\mathbf{b},\nabla)\mathbf{a}$.
4. Вычислить: $\text{grad}r$, $\text{div}r$, $\text{rot}r$. Примеры для вычисления $\text{grad}\varphi$, $\text{div}\mathbf{a}$, rota .
5. Напомнить теоремы Гаусса и Стокса. Преобразовать к интегралу по поверхности
 $\int dV \text{rota}$, $\int dV \text{grad}\varphi$.
6. Рассмотреть примеры преобразования интегралов, подынтегральная функция которых является вектором.

Семинар 2

Электростатика проводников. Коэффициенты ёмкости и электростатической индукции.

Напомнить основные соотношения из лекций и рассмотреть простые задачи типа:

Задача 1. Найти $\varphi(\mathbf{r})$, σ и e - полный заряд сферы в системе : заземлённая проводящая сфера радиуса R и точечный заряд q на расстоянии $r_0 > R$ от её центра.

Задача 2. Найти $\varphi(\mathbf{r})$, и σ в системе : изолированная незаряженная проводящая сфера радиуса R и точечный заряд q на расстоянии $r_0 > R$ от её центра.

Задача 3. Найти $\varphi(\mathbf{r})$, σ и e - полный заряд сферы в системе : проводящая сфера радиуса R при потенциале φ_0 и точечный заряд q на расстоянии $r_0 > R$ от её центра.

Задача 4. Для системы из двух проводников с зарядами $\pm e$ выразить взаимную ёмкость C (ёмкость конденсатора) через элементы матрицы C_{ab} .

Задача 5. Два проводника с ёмкостями C_1 и C_2 находятся на расстоянии r , которое значительно больше их собственных размеров. Найти приближённо элементы матрицы C_{ab} .

Семинар 3.

Проводники во внешнем поле, сила, действующая на проводники во внешнем поле.

Напомнить основные соотношения из лекций и рассмотреть простые задачи типа:

Задача 6. Незаряженный проводящий шар радиуса R находится во внешнем однородном поле E . Найти $\varphi(\mathbf{r})$, σ , полный дипольный момент шара и тензор поляризуемости.

Задача 7. Проводящий шар радиуса R с зарядом e разрезан на две половины. Определить силу взаимодействия полушарий, считая, что разрез не нарушает структуру поля.

Семинар 4.

Электростатика диэлектриков. Напомнить основные соотношения из лекций и рассмотреть простые задачи типа:

Задача 8. Пусть половина пространства ($z < 0$) заполнена однородным изотропным диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 , а другая половина ($z > 0$) - диэлектриком с ϵ_2 . Найти потенциал $\varphi(\mathbf{r})$, создаваемый точечным зарядом e , находящимся в точке с координатами $x = 0$, $y = 0$, $z = z_0$.

Задача 9. Центр проводящего шара радиуса R находится на плоской границе раздела двух однородных диэлектриков с диэлектрическими проницаемостями ϵ_1 и ϵ_2 . Заряд шара q . Найти $\varphi(\mathbf{r})$ и σ - распределение поверхностной плотности заряда на шаре.

Задача 10. От некоторой прямой, на которой находится точечный заряд q , расходятся веерообразно 3 полуплоскости, образующие двугранные углы α_1 , α_2 , и α_3 ($\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 = 2\pi$). Пространство между полуплоскостями заполнено однородным изотропным диэлектриком с диэлектрическими проницаемостями ϵ_1 , ϵ_2 , и ϵ_3 . Найти скалярный потенциал электрического поля.

Задача 11. Однородный шар радиуса R с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 погружен в однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 . В отсутствие шара в пространстве существовало однородное электрическое поле. Найти скалярный потенциал, дипольный момент шара и его тензор поляризуемости.

Задача 12. Точечный заряд q находится внутри диэлектрического шара радиуса R с диэлектрической проницаемостью ϵ_1 на расстоянии $a < R$ от центра. Вне шара - однородный диэлектрик с диэлектрической проницаемостью ϵ_2 . Найти $\varphi(\mathbf{r})$.

Семинар 5.

Термодинамика диэлектриков. Напомнить основные соотношения из лекций и рассмотреть простые задачи типа:

Задача 13. Определить относительное изменение объёма и электрокалорический эффект при помещении плоскопараллельной диэлектрической пластинки с диэлектрической проницаемостью ε во внешнее однородное поле E , ортогональное её плоскости.

Задача 14. Определить относительное изменение объёма и электрокалорический эффект при помещении плоскопараллельной диэлектрической пластинки с диэлектрической проницаемостью ε во внешнее однородное поле E , параллельное её плоскости.

Анизотропные диэлектрики: точечный заряд в анизотропной среде, плоскопараллельная анизотропная пластинка во внешнем однородном поле.

Семинар 6.

Постоянное магнитное поле. Ферромагнетизм. Напомнить основные соотношения из лекций и рассмотреть простые задачи типа приведённых в задачнике под номерами 276, 281, 291.

Семинар 7.

Сверхпроводимость, эффект Мейсснера. Квазистационарное электромагнитное поле. Напомнить основные соотношения из лекций и рассмотреть простые задачи типа приведённых в задачнике под номерами 389, 388.

Семинар 8.

Электромагнитные волны. Напомнить основные соотношения из лекций и рассмотреть простые задачи, связанные с прохождением плоских волн через геометрическую границу раздела сред.