

**Задачи к экзамену по электродинамике для студентов  
третьего курса физического факультета**

1. Поверхность проводника представляет собой плоскость с выступом в форме полусферы радиуса  $R$ . Центр сферы лежит на плоскости. Вдали от выступа поверхностная плотность заряда равна  $\sigma_0$ . Найти распределение заряда на выступе, а также на плоскости вблизи выступа.
2. В линейной антенне длиной  $l$  возбуждена стоячая волна тока  $I$  с амплитудой  $I_0$ , частотой  $\omega$  и узлами на концах антенны. Число полувольт тока, укладываемых на длине антенны, равно  $n$ . Найти среднее по времени угловое распределение интенсивности излучения антенны.
3. Определить магнитный момент шара, равномерно заряженного по объему и вращающегося вокруг одного из своих диаметров с постоянной угловой скоростью  $\Omega$ .
4. Определить закон изменения энергии со временем для заряда, движущегося по круговой орбите в постоянном и однородном магнитном поле и теряющего энергию путём излучения.
5. Определить релятивистское движение заряда в параллельных и однородных электрическом и магнитном полях.
6. Точечный заряд  $q$  находится в среде с проницаемостью  $\varepsilon_1$  на расстоянии  $h$  от плоской границы с диэлектриком, проницаемость которого  $\varepsilon_2$ . Найти потенциал поля.
7. Определить магнитный момент сферы, равномерно заряженной по поверхности и вращающейся вокруг одного из своих диаметров.
8. Вывести формулы сложения скоростей для случая, когда скорость  $V$  системы  $K'$  относительно  $K$  имеет произвольное направление.
9. Сфера радиуса  $R$  заряжена по поверхности по закону  $\sigma = \sigma_0 \cos \theta$ . Найти потенциал электрического поля.
10. Поток монохроматических  $\mu$ -мезонов, родившихся в верхних слоях атмосферы, падает вертикально вниз. Найти отношение интенсивности потока  $\mu$ -мезонов на высоте  $h$  над уровнем моря и на уровне моря, считая, что в рассматриваемом слое воздуха толщиной  $h$  происходит только ослабление потока за счет естественного распада  $\mu$ -мезонов. Энергия  $\mu$ -мезонов  $4,2 \cdot 10^8$  эВ,  $h=3$  км, среднее время жизни покоящегося  $\mu$ -мезона  $\tau=2,2 \cdot 10^{-6}$  сек.

11. Найти потенциал и напряженность поля равномерно заряженного прямолинейного отрезка длиной  $2a$ , занимающего часть оси  $z$  от  $-a$  до  $a$ ; заряд отрезка равен  $q$ .
12. Найти потенциал, напряженность и энергию электрического поля шара, равномерно заряженного по объему. Радиус шара –  $R$ , заряд шара равен  $Q$ .
13. В системе  $\mathbf{K}$  электрическое и магнитное поля перпендикулярны  $\vec{E} \perp \vec{H}$  ( $E > H$ ). С какой скоростью относительно  $\mathbf{K}$  должна двигаться система  $\mathbf{K}'$ , в которой имеется только электрическое или только магнитное поле.
14. В системе  $\mathbf{K}$  электрическое и магнитное поля перпендикулярны  $\vec{E} \perp \vec{H}$  ( $E < H$ ). С какой скоростью относительно  $\mathbf{K}$  должна двигаться система  $\mathbf{K}'$ , в которой имеется только электрическое или только магнитное поле.
15. Эффект Комптона.
16. Найти потенциал поля на больших расстояниях от системы четырех зарядов, расположенных по оси  $z$  на дистанции  $a$  друг от друга. В начале координат находится заряд  $-q$ , далее  $+3q$ , затем  $-3q$ , и, наконец,  $+q$ .
17. Ракета разгоняется от состояния покоя до скорости  $v_1 = \sqrt{0,9999} c$ . Ускорение ракеты  $a = 20 \text{ м/с}^2$  в системе, мгновенно сопутствующей ракете. Сколько времени продлится разгон ракеты по часам в неподвижной системе и по часам в ракете?
18. Определить полное излучение релятивистской частицы с зарядом  $e_1$ , пролетающей на прицельном расстоянии  $\rho$  в кулоновском поле неподвижного заряда  $e_2$ .
19. Определить закон изменения энергии со временем для заряда, движущегося по окружности в постоянном магнитном поле и теряющего энергию путем излучения.
20. Найти скорость частицы с массой  $m$  и зарядом  $e$ , прошедшей разность потенциалов  $U$  (начальная скорость равна нулю). Упростить общую формулу для нерелятивистского и ультрарелятивистского случаев.
21. Преобразования Лоренца для координат и времени в случае, когда скорость движения одной инерциальной системы отсчета относительно другой имеет произвольное направление.
22. Исследовать движение нерелятивистского заряда в скрещенных электрическом и магнитном полях.
23. Определить излучение диполя, вращающегося в одной плоскости с постоянной угловой скоростью  $\Omega$ .

24. Заряды  $+q$  и  $-q$  расположены в вершинах квадрата со стороной  $a$ . В начале координат находится заряд  $+q$ , а стороны квадрата параллельны осям  $Ox$  и  $Oy$ . Найти потенциал поля этой системы на больших расстояниях.
25. Заземлённая проводящая плоскость имеет выступ в виде полусферы радиуса  $R$ . Центр сферы лежит на плоскости. На оси симметрии системы, на расстоянии  $l > R$  от плоскости находится точечный заряд  $e$ . Найдите потенциал поля, а также заряд, индуцированный на выступе.
26. Прямолинейная бесконечно длинная полоса имеет ширину  $a$ . Вдоль полосы течет ток  $I$ , равномерно распределенный по её ширине. Найти магнитное поле.
27. В инерциальной системе отсчета  $K$  электрическое и магнитное поля составляют острый угол. С какой скоростью относительно  $K$  должна двигаться система  $\hat{E}'$ , в которой эти поля параллельны?
28. Двугранный угол между двумя заземленными проводящими плоскостями прямой. Внутри угла находится точечный заряд. Найти потенциал электрического поля, а также распределение зарядов на плоскостях.
29. Заземлённая проводящая плоскость имеет выступ в виде полусферы радиуса  $R$ . Центр сферы лежит на плоскости. На оси симметрии системы, на расстоянии  $l > R$  от плоскости находится точечный заряд  $e$ . Найдите потенциал поля, а также заряд, индуцированный на выступе.
30. Поверхность проводника представляет собой плоскость с выступом в форме полусферы радиуса  $R$ . Центр сферы лежит на плоскости. Вдали от выступа поверхностная плотность заряда равна  $\sigma_0$ . Найти распределение заряда на выступе, а также на плоскости вблизи выступа.
31. Металлический шар радиуса  $R$  вносится в электрическое поле, которое в отсутствие шара было однородным и равным  $\vec{E}_0$ . Диэлектрическая проницаемость среды  $\epsilon_0$ . Определить потенциал в среде и распределение зарядов на шаре.
32. Подсчитать  $div\left(\frac{\vec{a}}{r^3}\right)$ ,  $rot\left(\frac{\vec{a}}{r^3}\right)$ ,  $\vec{a}$  - постоянный вектор.
33. Подсчитать  $div(\vec{a}r^5)$ ,  $rot(\vec{a}r^5)$ ,  $\vec{a}$  - постоянный вектор.
34. Во всех инерциальных системах отсчета задана совокупность четырех величин  $A_i$  и известно, что  $A_i V_i = inv$ . Доказать, что если  $V_i$  - вектор, то  $A_i$  также вектор.
35. Пусть  $A_i$  - четырёхмерный вектор, доказать, что  $\partial A_i / \partial x_k$  -

четырёхмерный тензор второго ранга.

36. Выразить  $e_{\alpha\beta\gamma}e_{\alpha\mu\nu}$  через символы Кронекера.

37. В инерциальной системе отсчета  $K$  электрическое и магнитное поля заданы векторами  $\vec{E} = (0, E, 0)$ ;  $\vec{H} = (0, 0, E)$ . Найти поля  $\vec{E}'$  и  $\vec{H}'$  в системе  $K'$ , которая движется со скоростью  $V = \frac{\sqrt{3}}{2}c$  вдоль оси  $x$  относительно  $K$ .

38. Двугранный угол между двумя заземленными проводящими плоскостями  $\pi/4$ . Внутри угла находится точечный заряд  $q$ . Найти потенциал электрического поля.

39. В инерциальной системе отсчета  $K$  электрическое и магнитное поля заданы векторами  $\vec{E} = (0, E, 0)$ ;  $\vec{H} = (0, 0, E)$ . Найти поля  $\vec{E}'$  и  $\vec{H}'$  в системе  $K'$ , которая движется со скоростью  $V = 2\sqrt{2}/3c$  вдоль оси  $x$  относительно  $K$ .

40. Интеграл по замкнутому контуру  $\oint \varphi d\vec{l}$  преобразовать в интеграл по поверхности, опирающейся на этот контур.

41. В инерциальной системе отсчета  $K$  электрическое и магнитное поля заданы векторами  $\vec{E} = (E, 0, 0)$ ;  $\vec{H} = (0, 0, E)$ . Найти поля  $\vec{E}'$  и  $\vec{H}'$  в системе  $K'$ , которая движется со скоростью  $V$  вдоль оси  $x$  относительно  $K$ .