

## Коллоквиум №3 (электростатика)

### Основные вопросы

1. Электрический заряд и его свойства.
2. Закон Кулона в векторной форме. Принцип суперпозиции кулоновских сил. Взаимодействие пространственно распределенных зарядов.
3. Электростатическое поле. Вектор напряженности. Напряженность поля точечного заряда в векторной форме. Принцип суперпозиции полей.
4. Силовые линии электростатического поля и их свойства. Число силовых линий поля точечного заряда.
5. Поток векторного поля. Теорема Гаусса для потока вектора напряженности электростатического поля.
6. Теорема Остроградского–Гаусса для потока векторного поля через замкнутую поверхность. Дивергенция. Теорема Гаусса для вектора напряженности электростатического поля в дифференциальной форме. Уравнение Пуассона.
7. Расчет симметричных электростатических полей с помощью теоремы Гаусса. Напряженность электрического поля бесконечной равномерно заряженной плоскости, равномерно заряженной сферы, бесконечной равномерно заряженной нити.
8. Работа электростатического поля по перемещению заряда. Консервативность электростатических сил.
9. Циркуляция векторного поля. Теорема о циркуляции вектора напряженности электростатического поля.
10. Ротор векторного поля. Теорема Стокса о циркуляции векторного поля. Уравнение Максвелла для ротора вектора напряженности электростатического поля.
11. Электростатический потенциал. Эквипотенциальные поверхности. Принцип суперпозиции потенциалов.
12. Связь вектора напряженности и электростатического потенциала. Напряжение.
13. Электростатический потенциал точечного заряда и однородного электрического поля.
14. Электростатическая энергия парного взаимодействия заряженных частиц.
15. Диполь. Дипольный момент. Потенциал электростатического поля диполя.
16. Момент сил и потенциальная энергия диполя в однородном электрическом поле.
17. Полярные и неполярные молекулы. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризованности и его зависимость от напряженности внешнего поля. Диэлектрическая восприимчивость вещества.
18. Сторонние и связанные заряды в диэлектрике. Связь поверхностной и объемной плотности связанных зарядов с вектором поляризованности.
19. Уравнение Максвелла для дивергенции электрического поля в диэлектрике. Вектор электрического смещения (индукции). Диэлектрическая проницаемость вещества. Теорема Гаусса для вектора электростатической индукции.
20. Граничные условия для вектора напряженности электростатического поля и электростатической индукции в диэлектриках.
21. Пьезоэлектрики и их свойства.
22. Сегнетоэлектрики и их свойства.
23. Явление электростатической индукции проводников в электрическом поле. Индуцированные заряды. Электростатическая защита.

24. Электрическое поле заряженного проводника. Емкость проводника.
25. Конденсаторы. Емкость конденсаторов. Емкость плоского, цилиндрического, сферического конденсаторов. Емкость системы конденсаторов.
26. Энергия заряженного проводника и конденсатора. Плотность энергии электрического поля. Энергия диэлектрика в электрическом поле.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислить основные свойства электрического заряда.
2. Записать закон Кулона в векторной форме. Пояснить обозначения.
3. Записать (вывести) формулу для силы взаимодействия двух тел, если известно распределение плотности заряда в этих телах. Пояснить обозначения.
4. Дать определение вектору напряженности электрического поля? Записать, согласно определению, общую формулу для вектора напряженности в заданной точке поля.
5. Что называется силовыми линиями электрического поля? Дать определение.
6. Нарисовать силовые линии электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости, шара, нити. Пояснить обозначения.
7. Какая связь существует между силовыми линиями электрического поля и вектором напряженности? Дать определение.
8. Записать (вывести) формулу для напряженности электрического поля точечного заряда в векторной форме. Пояснить обозначения.
9. Записать (вывести) формулу для числа силовых линий точечного заряда.
10. Записать (вывести) формулу для элементарной работы электростатического поля по перемещению точечного заряда. Пояснить обозначения.
11. Дать определение электростатическому потенциалу.
12. Дать определение напряжению электрического поля.
13. Записать (вывести) формулу для вектора напряженности электрического поля, если известен электростатический потенциал? Пояснить действие оператора градиента на скалярную функцию.
14. Какие поверхности в области электростатического поля называются эквипотенциальными. Записать уравнение эквипотенциальных поверхностей.
15. Нарисовать эквипотенциальные поверхности электростатического поля равномерно заряженной бесконечной плоскости, шара, нити. Пояснить обозначения.
16. Записать (вывести) формулу для электростатического потенциала точечного заряда. Пояснить обозначения.
17. Записать (вывести) формулу для потенциала однородного электрического поля в заданной точке? Дать пояснения обозначениям.
18. Записать (вывести) формулу для электростатической энергии парного взаимодействия заряженных частиц. Дать пояснения обозначениям.
19. Дать определение вектору дипольного момента диполя.
20. Записать (вывести) формулу для потенциала электростатического поля диполя? Дать пояснения обозначениям.
21. Записать (вывести) формулу для потенциальной энергии диполя в однородном электрическом поле? Пояснить обозначения.
22. Вывести формулу для механического момента сил, действующего на диполь в однородном электрическом поле? Дать пояснения обозначениям.
23. Дать определение циркуляции векторного поля. Записать теорему Стокса для циркуляции векторного поля.
24. Записать (вывести) уравнение Максвелла для циркуляции вектора напряженности электростатического поля. Дать пояснения обозначениям.

25. Записать (вывести) уравнение для ротора электростатического поля. Пояснить действие ротора на векторную функцию.
26. Дать определение потоку векторного поля. Записать теорему Остроградского-Гаусса для потока вектора через замкнутую поверхность.
27. Записать (вывести) теорему Гаусса для вектора напряженности электростатического поля в вакууме.
28. Записать (вывести) дифференциальное уравнение Максвелла для вектора напряженности электростатического поля в вакууме. Пояснить действие оператора дивергенции на векторную функцию.
29. Записать (вывести) уравнение Пуассона для потенциала электростатического поля в вакууме. Пояснить действие оператора Лапласа на скалярную функцию.
30. Записать (вывести) формулу для напряженности электростатического поля на расстоянии  $r$  от бесконечной равномерно заряженной плоскости. Пояснить обозначения.
31. Записать (вывести) формулу для напряженности электростатического поля на расстоянии  $r$  от центра равномерно заряженной сферы радиуса  $R$  при  $r < R$  и  $r > R$ .
32. Нарисовать график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния  $r$  до центра равномерно заряженной сферы радиуса  $R$  при  $r < R$  и  $r > R$ .
33. Записать (вывести) формулу для напряженности электростатического поля на расстоянии  $r$  от бесконечной равномерно заряженной нити. Пояснить обозначения.
34. Нарисовать график зависимости напряженности электростатического поля от расстояния  $r$  до бесконечной равномерно заряженной нити. Указать зависимость от  $r$ . Пояснить обозначения.
35. Какое явление называется поляризацией диэлектрика? Дать определение.
36. Что называется вектором поляризованности диэлектрика. По какой общей формуле, согласно определению, его можно рассчитать? Записать формулу, пояснить обозначения.
37. Какие молекулы называются полярными? Дать определение.
38. Какие ведут себя неполярные молекулы в электрическом поле? Дать развернутый ответ.
39. Как зависит вектор поляризованности от напряженности электрического поля в нормальных диэлектриках. Записать формулу, пояснить обозначения.
40. Нарисовать график зависимости вектор поляризованности от напряженности электрического поля в нормальных диэлектриках. Указать зависимость. Пояснить обозначения.
41. В каких диэлектриках вектор поляризованности зависит от напряженности электрического поля нелинейным образом? Дать краткий ответ.
42. В каких диэлектриках вектор поляризованности и вектор напряженности электрического поля направлены в разные стороны? Дать краткий ответ. Указать причину.
43. Что называется диэлектрической восприимчивостью диэлектрика? Дать определение.
44. Какие заряды в диэлектрике называются связанными, сторонними? Дать определение.
45. Записать (вывести) формулу для поверхностной плотности связанных зарядов диэлектрика, если известен вектор поляризованности.
46. Записать (вывести) формулу для объемной плотности связанных зарядов диэлектрика, если известен вектор поляризованности.
47. Записать (вывести) уравнение Пуассона для электростатического поля в диэлектрике. Пояснить обозначения.
48. Записать (вывести) формулу для вектора электрического смещения в диэлектрике, помещенном в электрическое поле  $\vec{E}$ , если известен вектор поляризованности  $\vec{P}$ . Пояснить обозначения.
49. Дать определение диэлектрической проницаемости вещества?
50. Доказать теорему Гаусса для вектора электростатического смещения.

51. Записать (вывести) граничные условия для нормальной составляющей напряженности и индукции электростатического поля в диэлектриках?
52. Записать (вывести) граничные условия для тангенциальной составляющей напряженности электростатического поля и смещения на границе двух диэлектриков.
53. Какие диэлектрики являются пьезоэлектриками? Дать определение.
54. Какое явление называется пьезоэлектричеством? Дать определение.
55. Какие диэлектрики являются сегнетоэлектриками? Дать определение.
56. Сформулировать основные свойства сегнетоэлектриков?
57. Привести график зависимости вектора поляризованности от напряженности электрического поля (петлю гистерезиса) в сегнетоэлектрике. Пояснить обозначения.
58. Какое явление в сегнетоэлектриках характеризуется «точками Кюри»? Дать краткий ответ.
59. Какое явление в проводниках называется электростатической индукцией? Дать определение. Указать причину явления.
60. Что называется электростатической защитой и каким образом она осуществляется? Дать развернутый ответ.
61. Чему равняется напряженность и потенциал электростатического поля в проводнике и на его поверхности? Дать обоснованный ответ.
62. Куда направлен и чему равняется вектор напряженности электростатического поля на поверхности заряженного проводника? Дать обоснованный ответ.
63. Дать определение и записать общую формулу для емкости заряженного проводника. Указать что влияет на емкость, а что нет.
64. Записать (вывести) формулу для емкости заряженного шара. Пояснить обозначения.
65. Что называется конденсатором? Дать определение.
66. Дать определение и записать общую формулу для емкости конденсатора, состоящего из двух проводников. Пояснить обозначения. Указать что влияет на емкость, а что нет.
67. Записать (вывести) формулу для плоского конденсатора. Пояснить обозначения.
68. Записать (вывести) формулу для цилиндрического конденсатора. Пояснить обозначения.
69. Записать (вывести) формулу для сферического конденсатора. Пояснить обозначения.
70. Записать (вывести) формулу для емкости системы последовательно соединенных конденсаторов? Пояснить обозначения.
71. Записать (вывести) формулу для емкости системы параллельно соединенных конденсаторов. Пояснить обозначения.
72. Записать (вывести) формулу для энергии заряженного проводника, если известен заряд и потенциал на его поверхности. Пояснить обозначения.
73. Записать (вывести) формулу для энергии плоского конденсатора, заряженного до напряжения  $U$ . Пояснить обозначения.
74. Записать (вывести) формулу для плотности энергии электростатического поля в данной точке, если известны вектора  $\vec{E}$  и  $\vec{D}$ . Пояснить обозначения.
75. Записать (вывести) формулу для плотности энергии диэлектрика в электрическом поле? Пояснить обозначения.