**Расчет электрических полей при наличии диэлектриков. Поляризованность. Связанный заряд.**

М.И. Векслер, Г.Г. Зегря

Уравнения Максвелла

|  |  |
| --- | --- |
|  | (28) |

и уравнение Пуассона

|  |  |
| --- | --- |
|  | (29) |

применимы при наличии любых диэлектриков. Следует только помнить, что ε может зависеть от координат, и его в общем случае нельзя выносить из-под знака div. Если при решении уравнения Пуассона потенциал φ найден на отдельных участках, то "сшивка" осуществляется согласно условиям

|  |  |
| --- | --- |
|  | (30) |

Теорема Гаусса как математический закон не теряет свой силы при наличии диэлектриков, но для ее практического использования не только плотность заряда ρ, но и ε должны иметь высокосимметричное распределение. Например, в случае сферической симметрии ε, как и ρ, должен зависеть только от r.

Интегрирование закона Кулона в системах с диэлектриками является недопустимым, за исключением одной искусственной ситуации. Если ε = const во всем пространстве (кроме проводников), то в задачах для вакуума просто заменяем ε0 на произведение ε0ε. В частности, для точечного заряда .



Реакция диэлектрика на электрическое поле заключается в поляризации диэлектрика - ориентации дипольных моментов его молекул по полю. Количественно этот эффект тем сильнее, чем выше диэлектрическая проницаемость и чем сильнее поле. Поляризованные молекулы сами являются источниками поля, которое накладывается на внешее поле, что осложняет ситуацию даже при простой геометрии.

|  |
| --- |
|  |

Задача: Диэлектрический брусок внесен в поле точечного заряда. В какую сторону (качественно) изменится поле на прямой заряд-брусок в сравнении с тем, каким оно было бы при отсутствии бруска?

Решение - Диэлектрический брусок поляризуется в поле - возникает диполь , ориентированный от заряда q, если q>0. Поле этого диполя накладывается на поле заряда. Направим ось x от заряда в сторону диполя и введем вектор от диполя в точку, где оценивается поле. Тогда , для x>xd и для x<xd (xd - координата диполя). По формуле получаем, что поле диполя в любом месте оси x направлено в сторону ее положительного направления. Это означает, что при x>0 поле точечного заряда q, существовавшее без диэлектрика, возрастет, а при x<0 - уменьшится.



Количественные характеристики поляризации - вектор поляризованности и связанный заряд ρ '.



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ρ ' | = |  |  |

Места локализации связанного заряда:

- там, где есть свободный заряд ρ

- там, где ε≠ const (диэлектрик неоднороден)

σ ' может быть отлична от 0 (т.е. ρ ' = ∞):

- там, где есть σ (например, обкладки конденсатора)

- там, где имеет место разрыв ε (стык диэлектриков).

Суммарный связанный заряд, проинтегрированный по всему объему тела, равен 0 - иначе тело оказывается изначально заряженным.

|  |
| --- |
|  |

Задача. Найти плотность связанного заряда у границы металла с диэлектриком (ε). Заряд металла σ.

Ответ: .



**Список литературы**

1. И.Е. Иродов, Задачи по общей физике, 3-е изд., М.: Издательство БИНОМ, 1998. - 448 с.; или 2-е изд., М.: Наука, 1988. - 416 с.

2. В.В. Батыгин, И.Н. Топтыгин, Сборник задач по электродинамике (под ред. М.М. Бредова), 2-е изд., М.: Наука, 1970. - 503 с.

3. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Теоретическая физика. т.8 Электродинамика сплошных сред, 2-е изд., М.: Наука, 1992. - 661 с.