

Базовые знания

**Обсуждение
результатов входного
контроля**

ПЛАЗМА

- Плазма – это частично или полностью ионизованный газ, в котором плотности положительных и отрицательных зарядов практически одинаковы.

ПЛАЗМА

- Основные параметры плазмы – концентрация и температура заряженных частиц, потенциал, степень ионизации, природа появления и т.д.
- Плазма состоит из носителей электрического заряда и в этом ее кардинальное отличие от других агрегатных состояний вещества.

ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД

- **Газовый разряд** – прохождение электрического тока через газовую среду сопровождающееся изменением состояния газа.
- Участок электрической цепи, содержащий межэлектродный промежуток с нарушенной электрической прочностью.

ГАЗОВЫЙ РАЗРЯД

- Все виды газовых разрядов – тлеющий, дуговой, искровой, коронный, поверхностный, используются в технологических процессах и играют существенную роль (как правило – отрицательную) в электроэнергетике.

ЭЛЕКТРЕТЫ

- **ЭЛЕКТРЕТЫ** - это *диэлектрики*, длительно сохраняющие поляризованное состояние после снятия внешнего воздействия, вызвавшего поляризацию, и создающие электрическое поле в окружающем пространстве (электрические аналоги постоянных магнитов).

ЭЛЕКТРЕТЫ

- Если вещество, молекулы которого обладают дипольным моментом, расплавить и поместить в сильное электрическое поле, то его молекулы частично выстроятся по полю. При охлаждении расплава в электрическом поле и последующем выключении поля

ЭЛЕКТРЕТЫ

- в затвердевшем веществе поворот молекул затруднён, и они длительное время сохраняют преимущественную ориентацию (от нескольких дней до сотен лет). Первый электрет был таким методом изготовлен японским физиком Мототаро Ёгучи (1922).

ЭЛЕКТРЕТЫ

- Стабильные электреты получают, нагревая, а затем охлаждая диэлектрические материалы (воски) в сильном электрическом поле (***термоэлектреты***), освещая в сильном электрическом поле (***фотоэлектреты***),

ЭЛЕКТРЕТЫ

- облучая радиоактивным излучением (*радиоэлектреты*), поляризацией в сильном электрическом поле без нагревания (*электроэлектреты*) или в магнитном поле (*магнетоэлектреты*), при застывании органических растворов в электрическом поле (*криоэлектреты*),

ЭЛЕКТРЕТЫ

- механической деформацией полимеров (механоэлектреты), трением (трибоэлектреты), действием полем коронного разряда (короноэлектреты).
- Все электреты имеют стабильный поверхностный заряд.

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКИ

- Сегнетоэлектриками называются вещества, у которых поляризация возникает в отсутствие электрического поля. В этом случае говорят, что поляризация возникает самопроизвольно, или спонтанно, и называют ее самопроизвольной или спонтанной поляризацией.

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКИ

- Сегнетоэлектрики (известные также под названием ферроэлектриков) – особый класс диэлектриков у которых связь между поляризацией и напряженностью поля носит нелинейный характер – т.е. представляет собой петлю гистерезиса.

СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКИ

- Свое название сегнетоэлектрики получили по названию минерала сегнетовой соли (двойной натриево-калиевой соли винной кислоты), у которой впервые были обнаружены особые свойства. Свойства сегнетовой соли были подробно исследованы советскими учеными И. В. Курчатовым и П. П. Кобеко.

ЭЛЕКТРОСТРИКЦИЯ

- Электрострикция – процесс деформации диэлектриков, степень которой пропорциональна квадрату напряженности электрического поля.
- Электрострикция обусловлена поляризацией диэлектриков в электрическом поле и есть у всех

ЭЛЕКТРОСТРИКЦИЯ

всех видов агрегатного состояния диэлектриков.

Принципиально отличается от линейного по полю пьезоэлектрического эффекта.

Дефекты в кристаллах

- Дефекты в кристаллах являются ответственными за развитие процессов приводящих к нарушению электрической прочности диэлектриков.
- Бывают точечные, поверхностные и объемные.

Диэлектрическая проницаемость

- **Диэлектрическая проницаемость** – величина характеризующая процесс поляризации диэлектрика под действием внешнего электрического поля. Входит в фундаментальный закон Кулона как величина, показывающая во сколько раз

Диэлектрическая проницаемость

сила взаимодействия двух свободных зарядов в диэлектрике меньше, чем в вакууме.

Показывает во сколько раз ослабляется внешнее электрическое поле в диэлектрике.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСВЕЛЛА

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}},$$

$$v_{\text{ср. кв.}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}},$$

$$v_{\text{н. вер.}} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$

ФИЗИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА

- Физическая кинетика – наука, изучающая процессы, возникающие при нарушении равновесия в системе.
- Соответствующие процессы носят название *явлений переноса*.
- Три основных явления переноса – теплопроводность, диффузия и вязкое трение.

ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА

- Указанные явления описываются соответствующими законами – закон Фурье – связывает поток энергии в форме тепла с градиентом температуры;

ЯВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСА

- Закон Фика связывает перенос массы с градиентом концентрации (диффузия).
- Плотность потока импульса определяется быстротой изменением скорости между слоями материи – закон Ньютона для вязкого трения.

ЧИСЛО РЕЙНОЛЬДСА

- Характер течения (ламинарный или турбулентный) определяется значением числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{\rho v l}{\eta}$$

ЧИСЛО РЕЙНОЛЬДСА

где :

ρ - плотность жидкости или газа,

v - средняя скорость потока,

η – коэффициент вязкости жидкости

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

- Линии вектора магнитной индукции \mathbf{B} не имеют ни начала, ни конца. Теорема Гаусса для вектора \mathbf{B} : *поток вектора магнитной индукции через любую замкнутую поверхность равен 0.*
 - *В природе не существует магнитных масс, являющихся источником магнитного поля.*
- Ротор вектора \mathbf{B} пропорционален вектору плотности тока в данной точке.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

$$\mathit{div} B = 0$$

$$\mathit{rot} B = \mu_0 j$$

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

- Теорема Гаусса для вектора \mathbf{E} : поток вектора напряженности электрического поля сквозь замкнутую поверхность в однородной и изотропной среде равен отношению электрического заряда, заключенного в объеме пространства, ограниченного этой поверхностью к абсолютной диэлектрической проницаемости среды.

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

$$\operatorname{div} E = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$$

$$\operatorname{rot} E = 0$$

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

- *Закон полного тока* –
линейный интеграл вектора H
вдоль замкнутого контура равен
электрическому току,
охватываемому этим контуром –
Первое уравнение Максвелла.

ЗАКОН ПОЛНОГО ТОКА

$$\oint H dl = I$$

ЗАКОН ПОЛНОГО ТОКА

- При всяком изменении во времени электрического поля возникает в том же пространстве поле магнитное, тесным образом связанное с электрическим полем и его изменениями и, по сути, представляющее с ним единое электромагнитное поле.

Закон электромагнитной индукции

- Когда магнитный поток Φ , проходящий сквозь поверхность, ограниченную некоторым контуром, изменяется во времени, в этом контуре индуктируется э.д.с., равная взятой со знаком минус скорости изменения этого потока.- Второе уравнение Максвелла.

Закон электромагнитной индукции

$$E = \oint E_{\text{инд}} dl = - \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\text{rot}E = - \frac{\partial B}{\partial t}$$

ОСНОВЫ ТЕОРИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

$$H = \mu_0 \mu B,$$

$$D = \varepsilon_0 \varepsilon E,$$

$$j = \sigma E$$

ЗАКОНЫ ФАРАДЕЯ

$$m = kIt,$$

$$k = \frac{1}{F} A,$$

$$A = \frac{\mu}{n}$$

КРИТЕРИЙ ПРОБОЯ ГАЗОВОГО ПРОМЕЖУТКА

$$\gamma(e^{\alpha d} - 1) = 1$$

Электроотрицательность атомов

- Некоторые атомы способны присоединять электроны, превращаясь в отрицательно заряженные ионы. Энергия, выделяющаяся при присоединении электрона к нейтральному атому, называется энергией сродства к электрону.

Электроотрицательность атомов

- Энергия сродства к электрону считается положительной, если энергия выделяется при присоединении электрона к атому, в противном случае энергия сродства к электрону отрицательна.

Типы носителей заряда в диэлектриках

- Основные виды электропроводности:
- 1) электронная электропроводность, при которой носителями тока являются элементарные отрицательно заряженные частицы — электроны;

Типы носителей заряда в диэлектриках

- 2) **ионная или электролитическая** электропроводность; носителями тока являются ионы, т. е. имеющие положительный или же отрицательный заряд части молекул — атомы или группы атомов;

Типы носителей заряда в диэлектриках

- прохождение тока через вещество сопровождается в этом случае явлением электролиза или более сложными процессами;

Типы носителей заряда в диэлектриках

- 3) **молионная электрофоретическая катафоретическая**
электропроводность; носителями зарядов являются заряженные группы молекул — молионы; прохождение тока через вещество сопровождается явлением электрофореза.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Свободными заряженными частицами, движение которых в электрическом поле обуславливает ток проводимости, в жидких диэлектриках могут быть ионы и коллоидные частицы. В первом случае проводимость называют ионной, во втором — молионной или катафоретической.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Кроме того, в сильных электрических полях в создании токов проводимости могут участвовать и электроны. Ионная и катафоретическая проводимости имеют место как в слабых, так и в сильных электрических полях.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Ионы обоих знаков образуются в жидких диэлектриках в результате диссоциации нейтральных молекул. В некоторых случаях это могут быть молекулы самой диэлектрической жидкости, однако в значительно большей степени диссоциируют молекулы различного рода примесей.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Примеси в технически чистых жидких диэлектриках неизбежно присутствуют из-за несовершенства процессов их производства и очистки.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Во всех случаях при диссоциации нейтральной молекулы образуются два иона противоположных знаков; заряд каждого иона обычно по абсолютной величине равен заряду электрона.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Коллоидные частицы — это всегда примеси. Они имеют размеры от 10^{-9} до 10^{-7} м и постоянно находятся во взвешенном состоянии. Они беспорядочно и независимо друг от друга перемещаются

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЖИДКИХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- при отсутствии электрического поля, участвуя в броуновском движении. Коллоидные частицы по ряду причин обязательно заряжены.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Для твердых диэлектриков принято различать поверхностную и объемную электропроводности.
- Поверхностная электропроводность имеет место тогда, когда на поверхности твердого диэлектрика образуется тонкий (невидимый глазом) слой адсорбированной влаги.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- В этом слое частично растворяются загрязнения, попавшие на поверхность диэлектрика. Молекулы загрязняющих веществ при растворении диссоциируют, образуя ионы. Поэтому слой адсорбированной влаги имеет, как правило, достаточно высокую электрическую проводимость.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Характеристикой этого процесса является удельная поверхностная проводимость (или обратная ей величина — удельное поверхностное сопротивление). Указанная величина зависит от *способности диэлектрика адсорбировать на своей поверхности влагу и смачиваться водой*, а также от влажности окружающего воздуха.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- **Объемная электропроводность** — это, как следует из самого названия, способность твердого диэлектрика проводить в электрическом поле ток. Она может быть обусловлена движением ионов одного или обоих знаков, а в сильных электрических полях — и движением свободных электронов.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Ионная проводимость твердых диэлектриков наблюдается в слабых и сильных электрических полях. Создающие эту проводимость ионы могут принадлежать основному веществу или компоненте диэлектрика, однако в большинстве случаев ионы являются примесями.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Свободные электроны в твердом диэлектрике могут образоваться в результате эмиссии с поверхности катода, вследствие эмиссии дырок (вакантных мест) с поверхности анода и туннельного перехода электронов из нормальной (валентной) зоны в зону проводимости.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Электропроводность внутри твердого диэлектрика характеризуется удельной объемной проводимостью (или обратной величиной — удельным объемным сопротивлением).
- Эта величина зависит от целого ряда факторов и в первую очередь — от состава диэлектрика. При этом важное значение имеет не только состав основных веществ диэлектрика, но и состав примесей.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ТВЕРДЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- Увеличение удельной объемной проводимости происходит и с повышением температуры, так как при этом возрастает подвижность ионов и увеличивается степень диссоциации молекул примесей

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ДИЭЛЕКТРИКОВ

- В отдельных случаях может наблюдаться смешанная электропроводность, когда в веществе одновременно движутся носители зарядов различных видов.