



Лекция №3

Электрический ток в вакууме. Зависимость
сопротивление металлических проводников от
температуры

ПРЕПОДОВАТЕЛЬ
«INTERNATIONAL HOUSE TASHKENT»
УЗОҚОВ АБДУЛЛА АБДУРАИМОВИЧ



План

Вакуум

Эмиссия

Зависимость сопротивление от температуры

Сверхпроводимость



Вакуум

Пустота – так переводится слово вакуум с латыни. Вакуумом принято называть пространство, в котором находится газ, давление которого в сотни, а может быть и в тысячи раз ниже атмосферного. На нашей планете вакуум создается искусственным путем, так как в естественных условиях такое состояние невозможно.

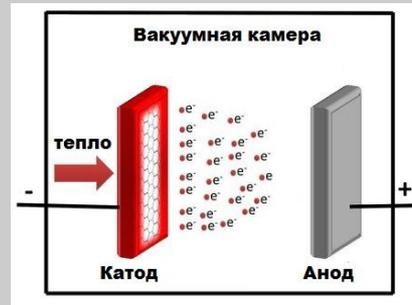


Виды вакуума

Характеристика	Вакуум			
	низкий	средний	высокий	сверхвысокий
	$< l$	$\sim l$	$> l$	$>> l$
Давление в мм рт.ст	760 – 1	$1 - 10^{-3}$	$10^{-3} - 10^{-7}$	10^{-8} и менее
Число молекул в ед. объема (в m^{-3})	$10^{25} - 10^{22}$	$10^{22} - 10^{19}$	$10^{19} - 10^{13}$	10^{13} и менее
Зависимость от давления коэффициентов	Не зависят от давления	Определяется параметром $\frac{\langle \lambda \rangle}{l}$	Прямая пропорциональная давлению	Теплопроводность и вязкость практически отсутствуют

Условия необходимые для возникновения тока в среде

Для существования электрического тока в вакууме нужно искусственно ввести в это пространство свободные электроны (с помощью эмиссионных явлений).





Электрический ток в вакууме

Ток в вакууме не может существовать самостоятельно, так как вакуум является диэлектриком. В таком случае создать ток можно с помощью термоэлектронной эмиссии.

Термоэлектронная эмиссия – явление, при котором электроны выходят из металлов при нагревании. Такие электроны называются **термоэлектронами**, а все тело – эмиттер.



ЭМИССИЯ

ЭЛЕКТРОННАЯ ЭМИССИЯ – испускание электронов поверхностью твердого тела или жидкости. Чтобы электрон покинул конденсированную среду в вакууме или газе, должна быть затрачена энергия, которую называют работой выхода. Зависимость потенциальной энергии электрона от координаты на границе эмиттера и вакуума (или иной среды) называют потенциальным барьером. Его и должен преодолеть электрон, выходя из эмиттера.

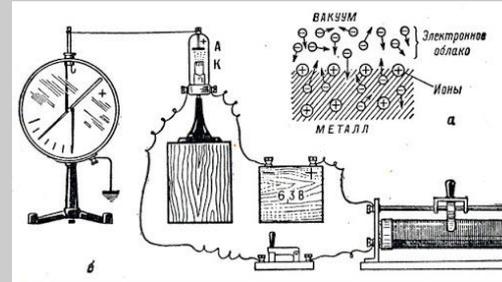
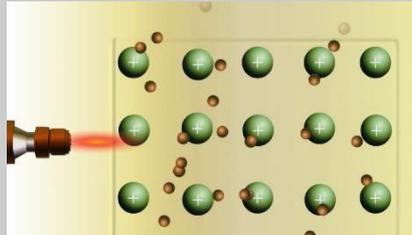


Эмиссия делится на:

- *вторичную электронную* (выбивание быстрыми электронами);
- *термоэлектронную* (испарение электронов с горячего катода);
- *фотоэлектронная* (электроны выбиваются светом);
- *электронная* (выбивание сильным полем).

Термоэлектронная эмиссия

- Под термоэлектронной эмиссией следует понимать процесс испускания электронов нагретыми телами, обычно в вакуум или газовую среду. Причем эмитируются только те электроны, энергия которых достаточна для того, чтобы преодолеть потенциальный барьер, имеющийся на границе раздела “твердое тело - внешняя среда”. Т.е., чтобы покинуть металл-проводник (или полупроводник), электрон должен совершить некоторую работу A , называемую работой выхода.





Электроны смогут вылететь из металла, если будут обладать достаточной кинетической энергией. Она должна быть больше работы выхода электронов для данного металла. Электроны, вылетающие из катода, образуют электронное облако. Половина из них возвращается в исходное положение. В равновесном состоянии число вылетевших электронов равно количеству вернувшихся. От температуры прямо пропорционально зависит плотность электронного облака (т.е. при повышении температуры, плотность облака становится больше)



Применение электрического тока в вакууме

Широкое применение электрического тока в вакууме получило при изготовлении ламповых диодов, транзисторов и вакуумных выключателей нагрузки. В основном вакуум используют в качестве изолятора, вследствие отсутствия носителей электрического заряда – электронов и ионов, молекул и атомов.



Зависимость R от T.

Если при температуре сопротивление проводника равно R_0 , а при температуре t оно равно R , то относительное изменение сопротивления прямо пропорционально изменению температуры t .

$$\frac{R - R_0}{R} = \alpha t$$

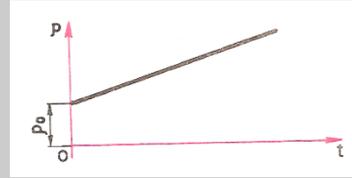


Коэффициент пропорциональности называют *температурным коэффициентом сопротивления*. Он характеризует зависимость сопротивления вещества от температуры. Температурный коэффициент сопротивления численно равен относительному изменению сопротивления проводника при нагревании на 1 К. У растворов электролитов сопротивление с ростом температуры не увеличивается, а уменьшается.

При нагревании проводника его геометрические размеры меняются незначительно. Сопротивление проводника меняется за счёт изменения его удельного сопротивления.

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha t)$$

Так как температурный коэффициент меняется при изменении температуры проводника, то удельное сопротивление проводника линейно зависит от температуры.

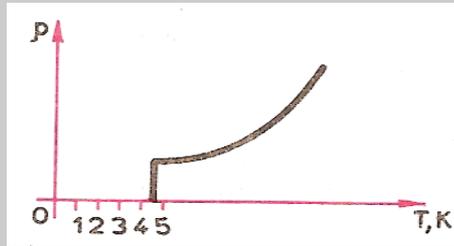


Хотя температурный коэффициент довольно мал, учёт зависимости сопротивления от температуры при расчёте нагревательных приборов совершенно необходим.

Зависимость сопротивления металлов от температуры используют в **термометрах сопротивления**. Такие термометры позволяют измерять очень низкие и очень высокие температуры, когда обычные жидкостные термометры непригодны.

Сверхпроводимость

Сверхпроводимость – это явление, в котором у некоторых металлов удельное сопротивление падает до 0 при t выше абсолютного 0. Явление сверхпроводимости открыл в 1911 году голландский физик Камерлинг-Оннес. Он обнаружил, что при охлаждении ртути в жидком гелии её сопротивление сначала меняется постепенно, а затем при температуре 4,1 К очень резко падает до 0.





В 1986 году была открыта высокотемпературная сверхпроводимость. Получены сложные оксиды соединения лантана, бария и других элементов с температурой перехода в сверхпроводящее состояние около 100 К. Это выше температуры кипения жидкого азота при атмосферном давлении.

Высокотемпературная сверхпроводимость в будущем приведёт к новой технической революции во всей электротехнике, радиотехнике, конструировании ЭВМ.



При создании электрического тока в кольце у сверхпроводника сила тока остаётся неизменной неограниченно долго, так как нет потерь на нагревание проводника.

Сверхпроводники находят широкое применение. Так, сооружают мощные электромагниты со сверхпроводящей обмоткой, которые создают магнитное поле на протяжении длительных интервалов времени без затрат энергии. Ведь *выделения теплоты в сверхпроводящей обмотке не происходит.*

Однако получить сильное магнитное поле с помощью сверхпроводящего магнита нельзя. *Очень сильное магнитное поле разрушает сверхпроводящее состояние.*

Сверхпроводящие магниты используются в ускорителях элементарных частиц, магнитогидродинамических генераторах.