

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

Выполнила: Моравец Н.А. преподаватель ГАПОУ ЧО
«Политехнический колледж» г. Магнитогорск

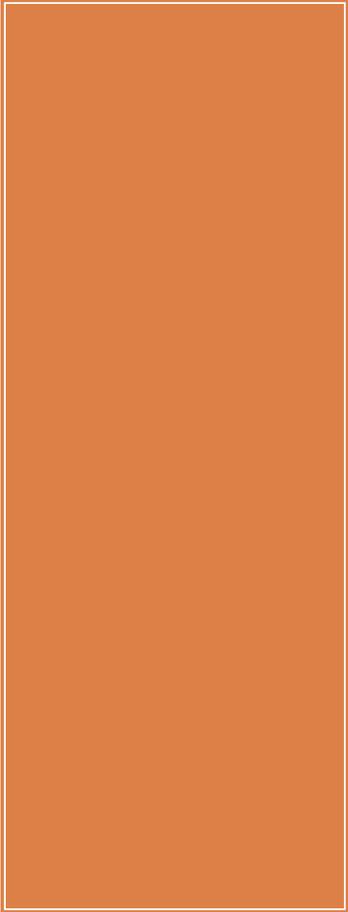
Заполнение таблицы

| Среда | Носители заряда, способы получения | Основные законы, особенности | Вольт-амперная характеристика | Применение в технике, быту |
|----------------------|---|-------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Металл | | | | |
| Электролит | | | | |
| Полупроводник | | | | |
| Газ | | | | |
| Плазма | | | | |
| Вакуум | | | | |

Цели занятия:

Сегодня на уроке мы должны:

- **выяснить закономерности прохождения тока в различных средах;**
- **выяснить физическую природу тока в этих средах;**
- **обратить внимание на механизм образования свободных носителей электрических зарядов;**
- **рассмотреть применение электрического тока в различных средах.**

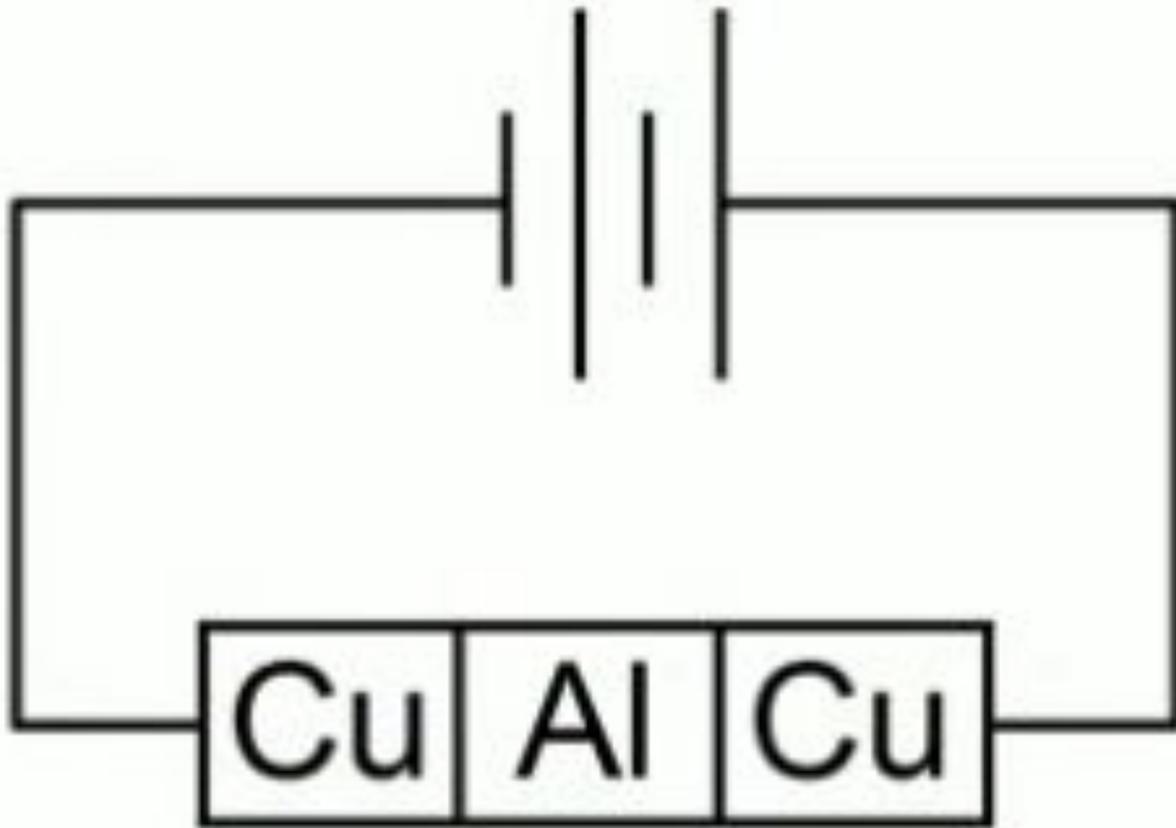


Электрический ток в металлах;
Электрический ток в электролитах;
Электрический ток в полупроводниках;
Электрический ток в газах;
Электрический ток в плазме;
Электрический ток в вакууме.

Электрический ток в металлах



Опыт Рикке, 1901 год

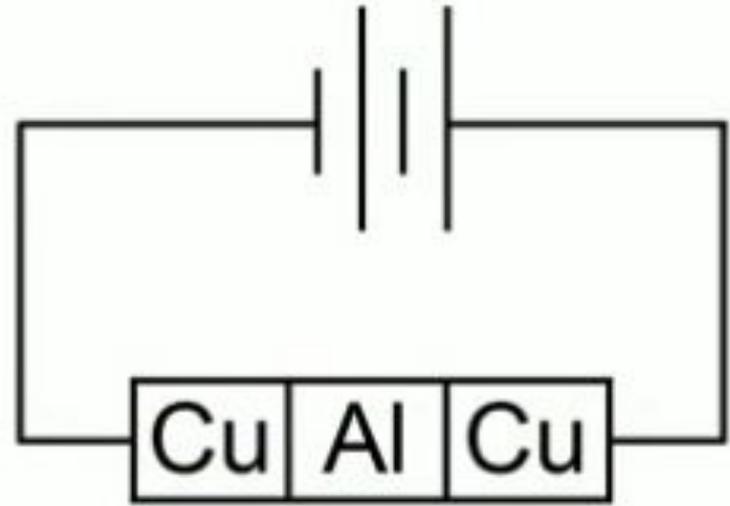


$$I \approx 0,1 \text{ A} \quad q = 3,5 * 10^6 \text{ Кл}$$



Опыт Рикке, 1901 год

Вывод:



не происходит переноса

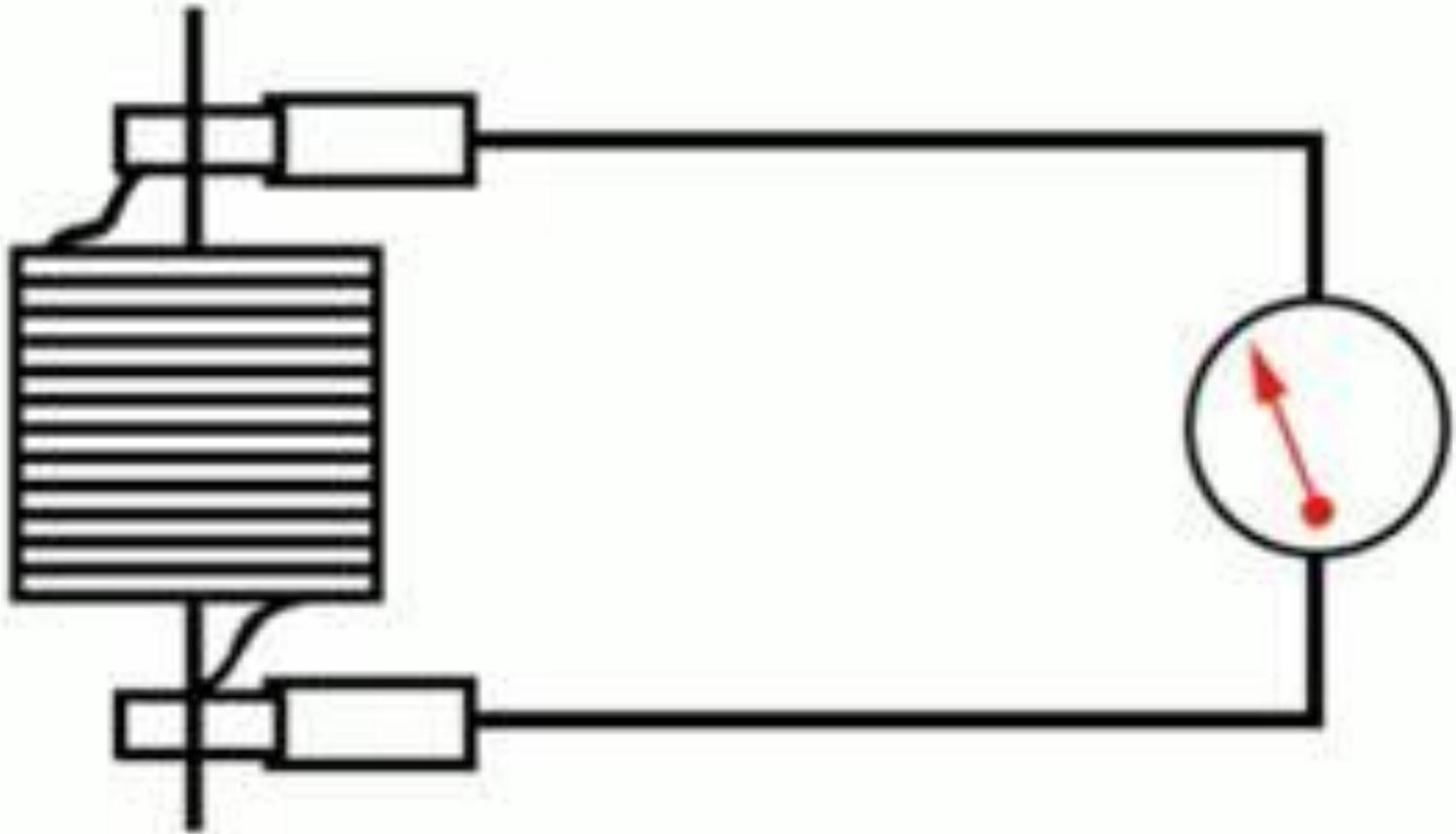
вещества => ионы *Me* не

переносят заряд



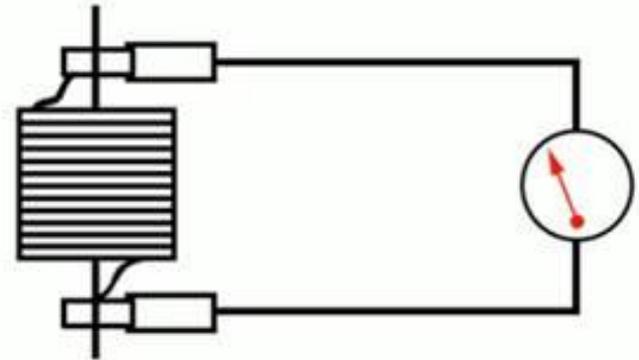
Опыт Мандельштама и Папалекси, 1913 год

Опыт Толмена и Стюарта, 1916 год



Опыт Мандельштама и Папалекси, 1913 г Опыт Толмена и Стюарта, 1916 год

Вывод:



**электрический ток в *Me*
обусловлен движением
электронов**



Друде, 1900 год

Классическая электронная теория:

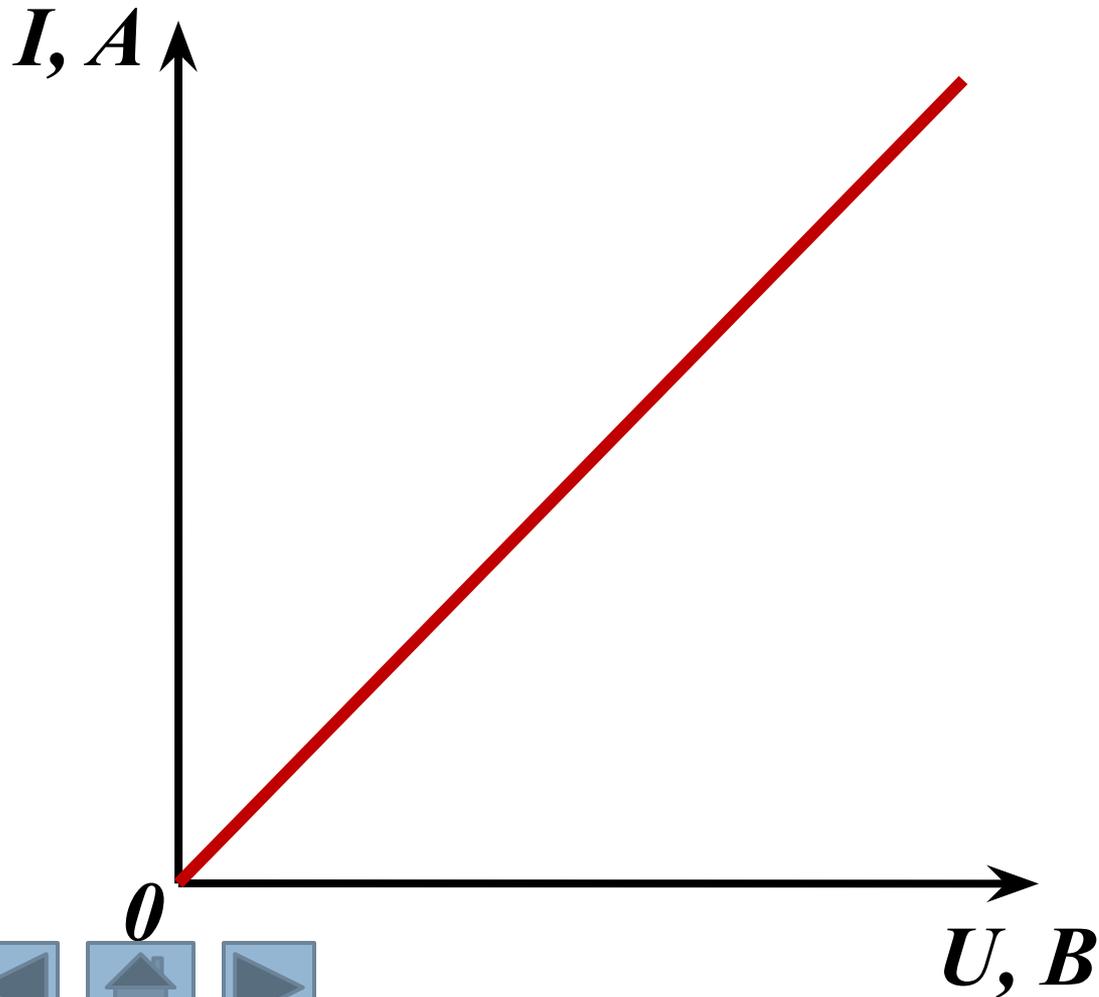
- Свободные электроны в *Me* ведут себя как молекулы идеального газа (электронный газ);
- Движение свободных электронов подчиняются законам классической механики Ньютона;
- Свободные электроны в процессе хаотического движения сталкиваются с ионами кристаллической решетки;
- И при этом столкновении электроны передают всю свою кинетическую энергию ионам.



Вольт-амперная характеристика

Me

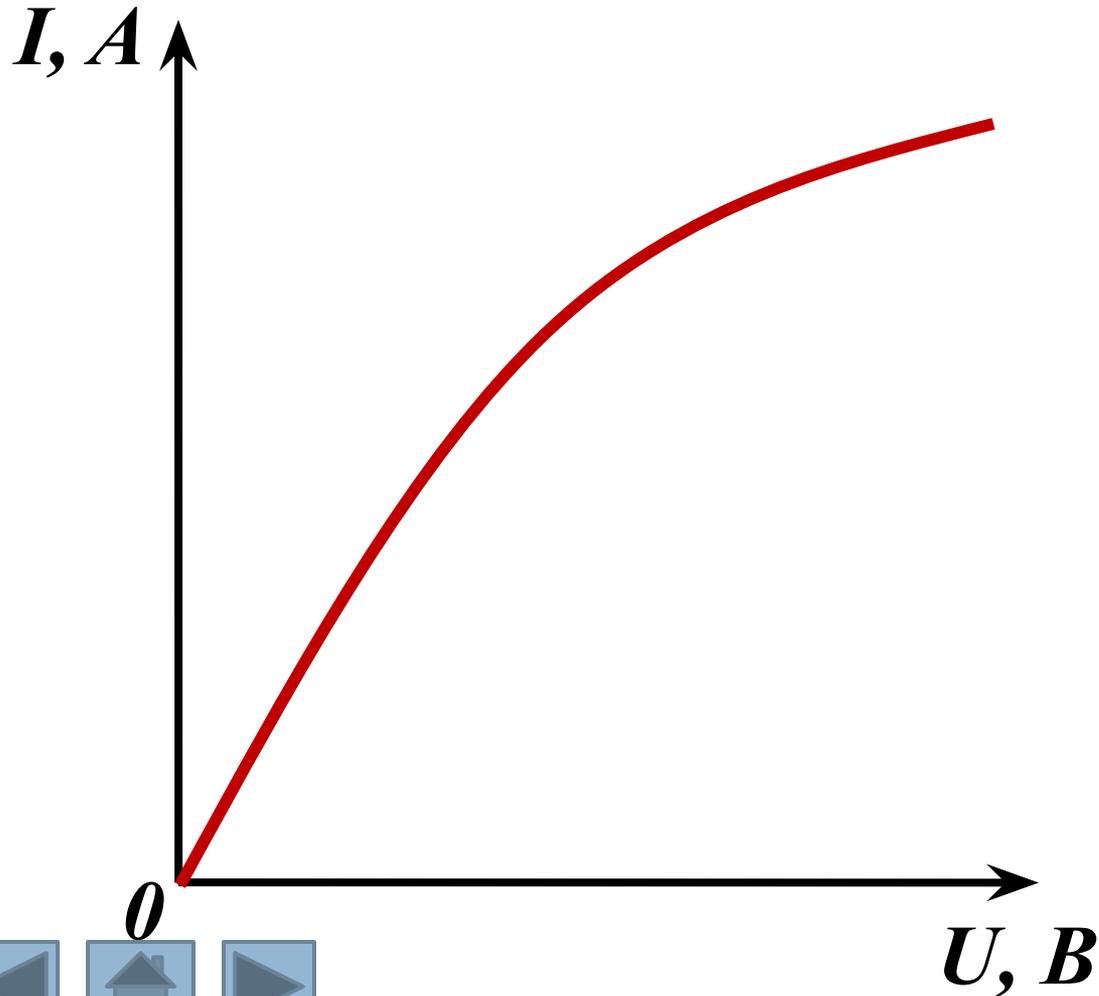
▣ **$R = \text{const}$**



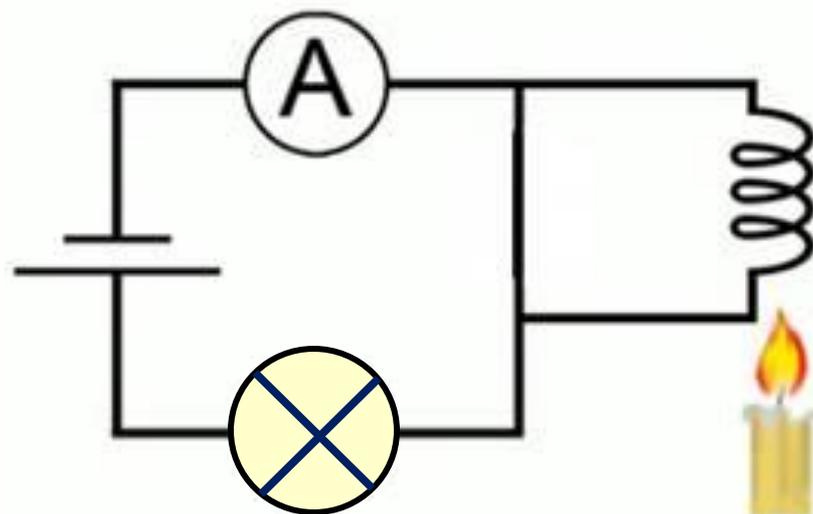
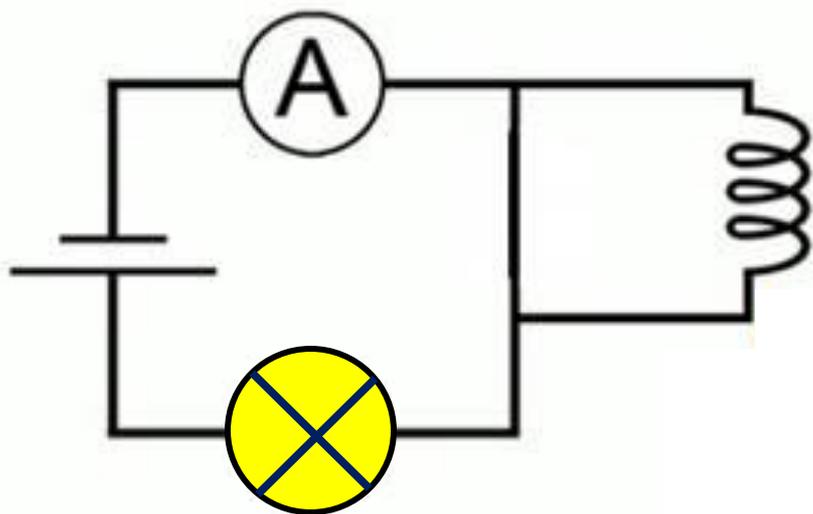
Вольт-амперная характеристика

Me

□ $R \neq \text{const}$



Зависимость сопротивления от температуры



$T \uparrow$ $R \uparrow$ $I \downarrow$



Зависимость сопротивления от температуры

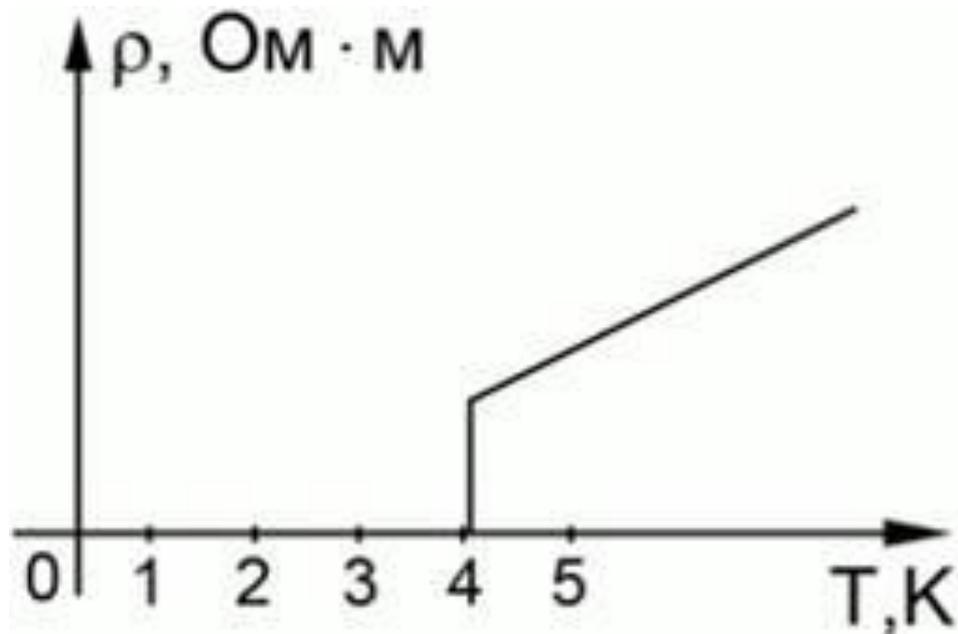
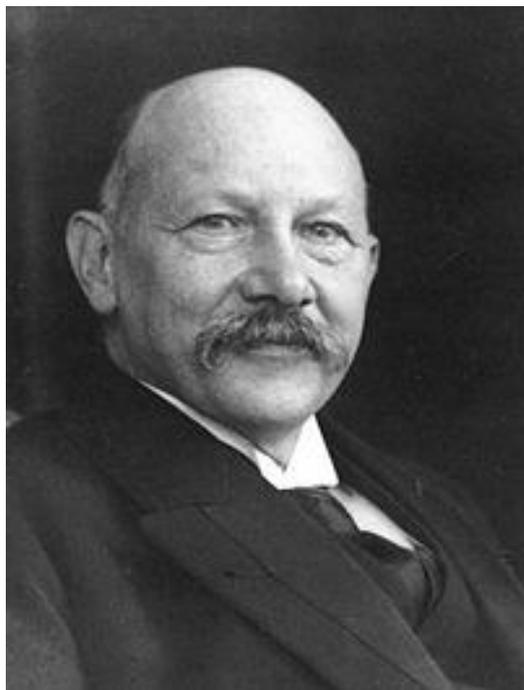
$$R = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$\rho = \rho_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

α — температурный коэффициент сопротивления



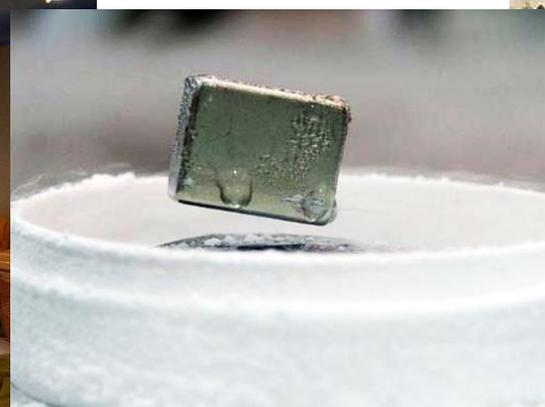
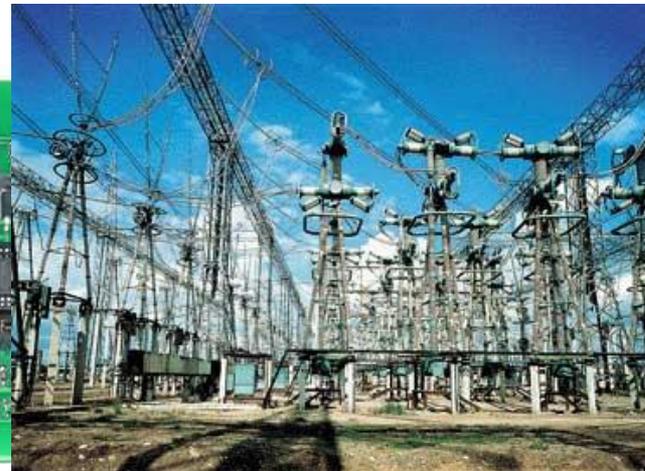
Камерлинг Оннес, 1911 год



Сверхпроводимость — явление потери Me электрического сопротивления при определенной температуре.



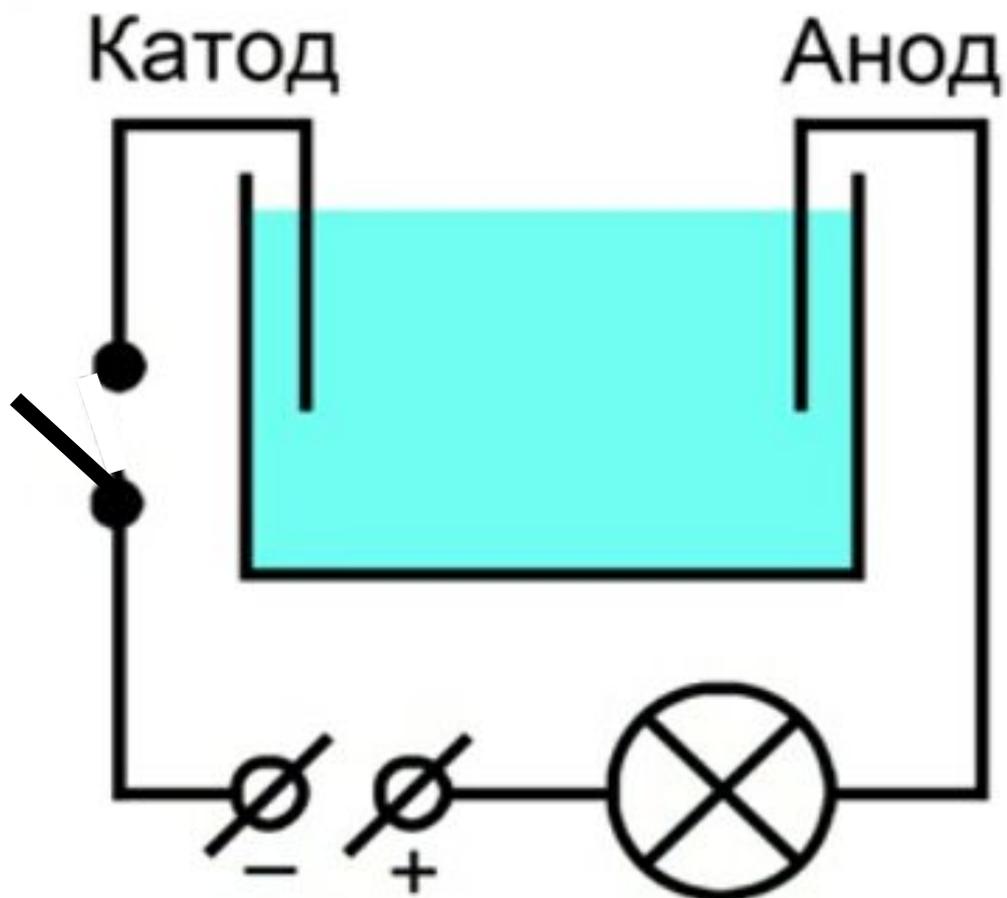
Применение сверхпроводимости



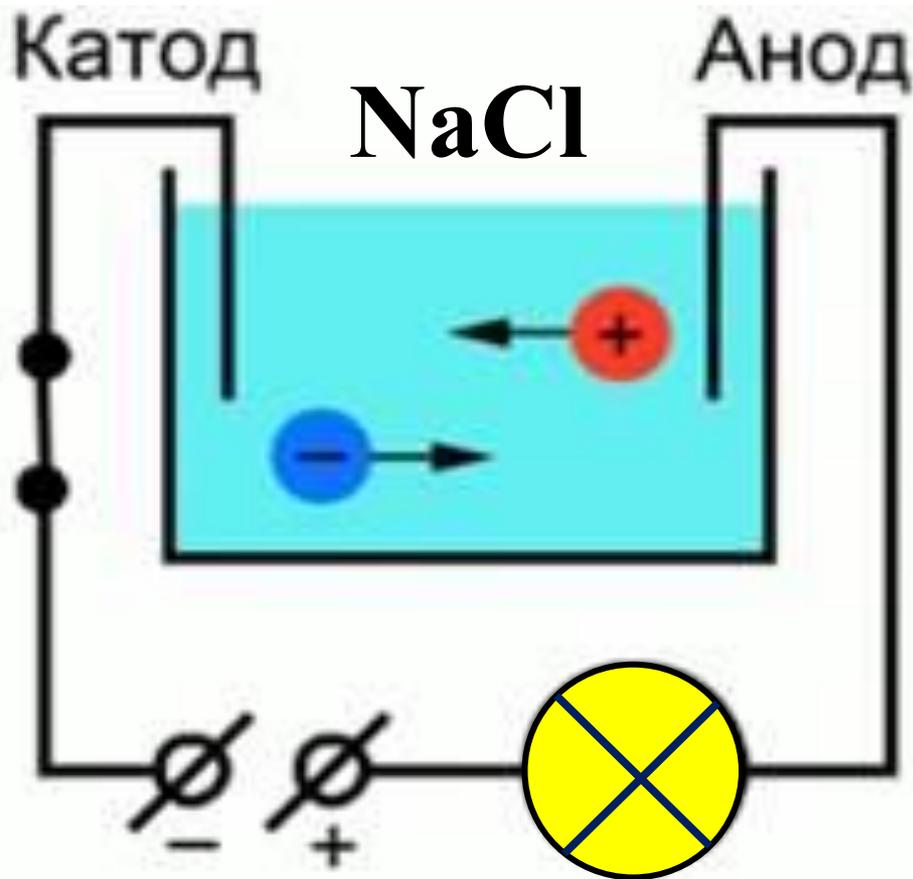
Электрический ток в электролитах



Электролиты



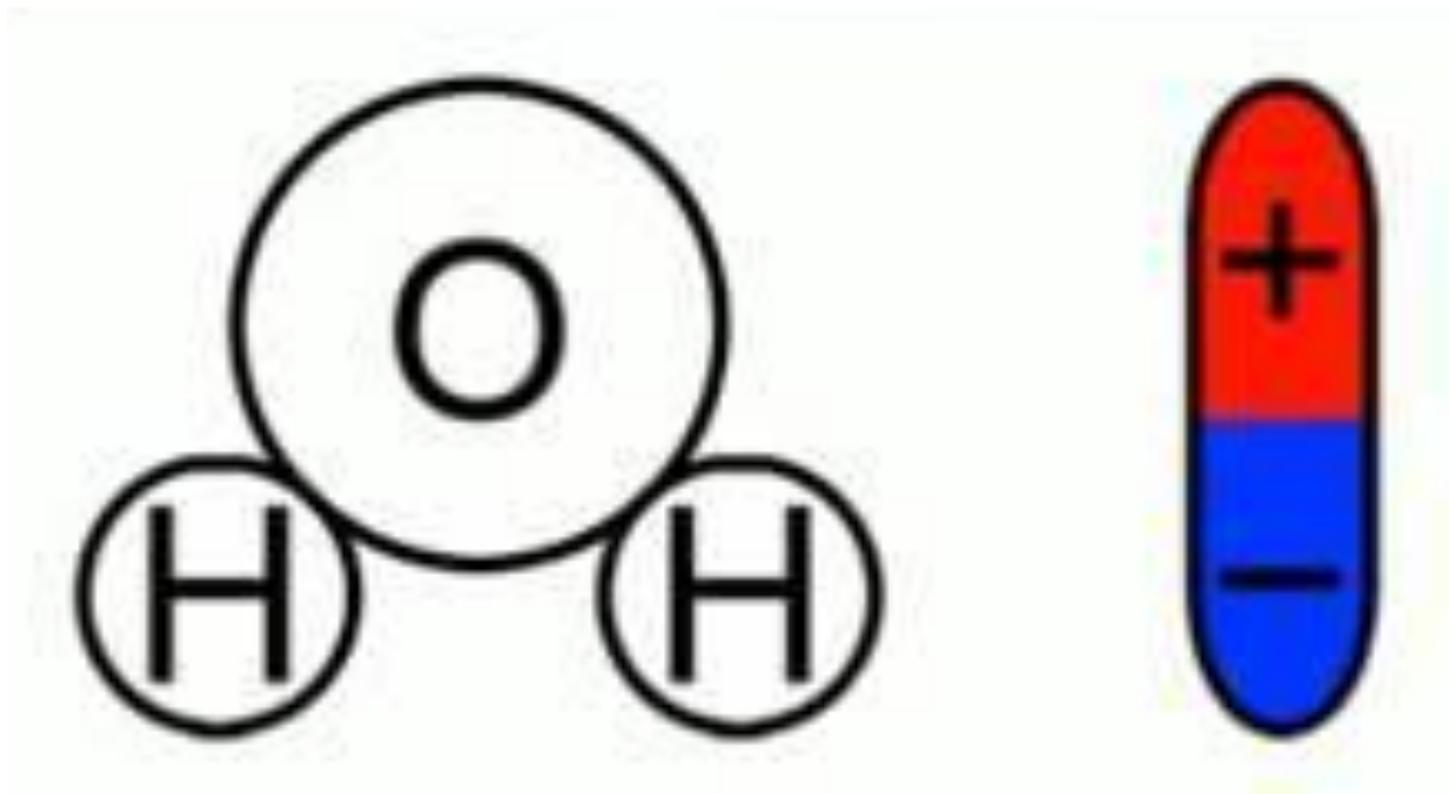
Электролиты



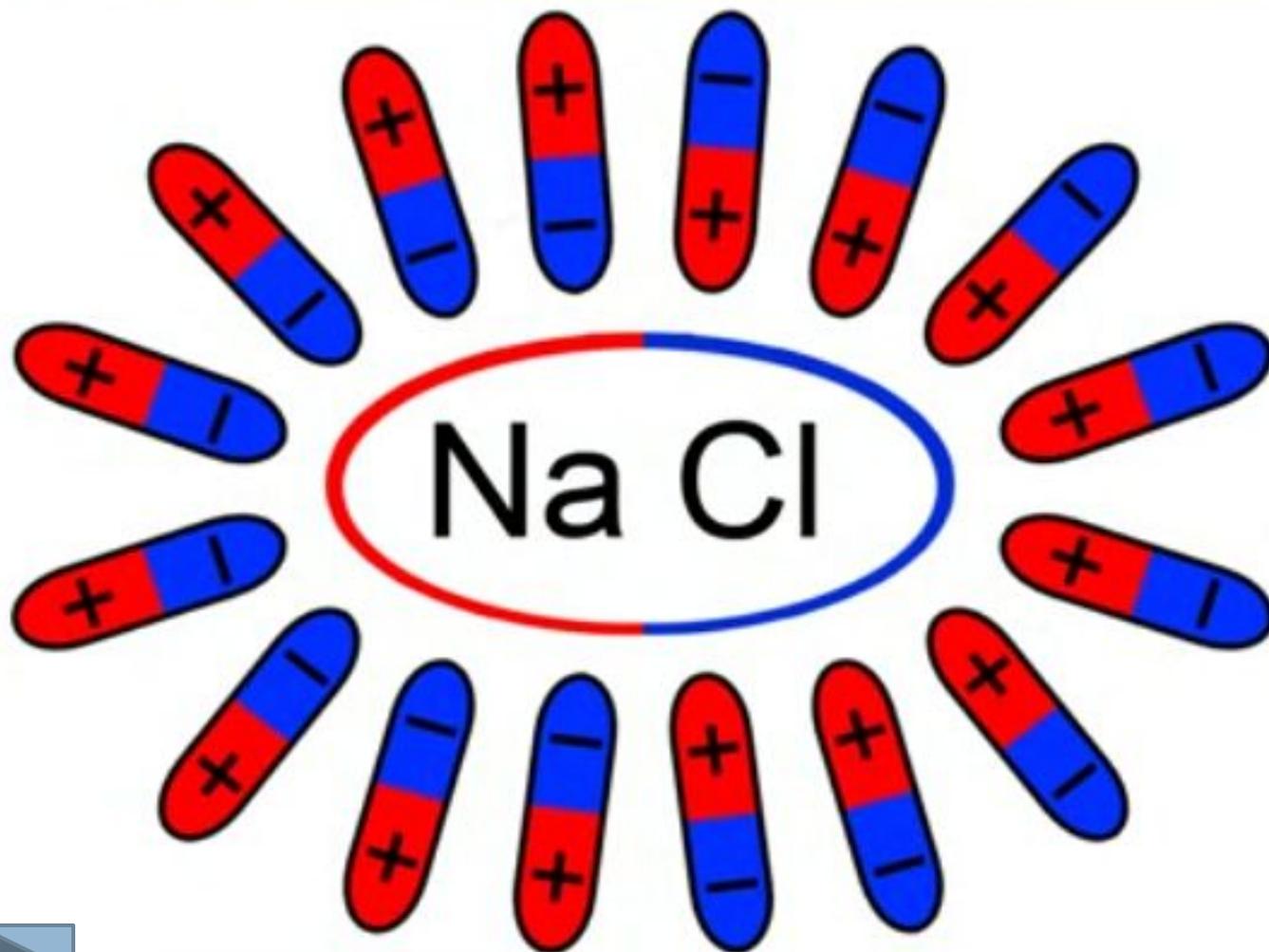
ионная проводимость



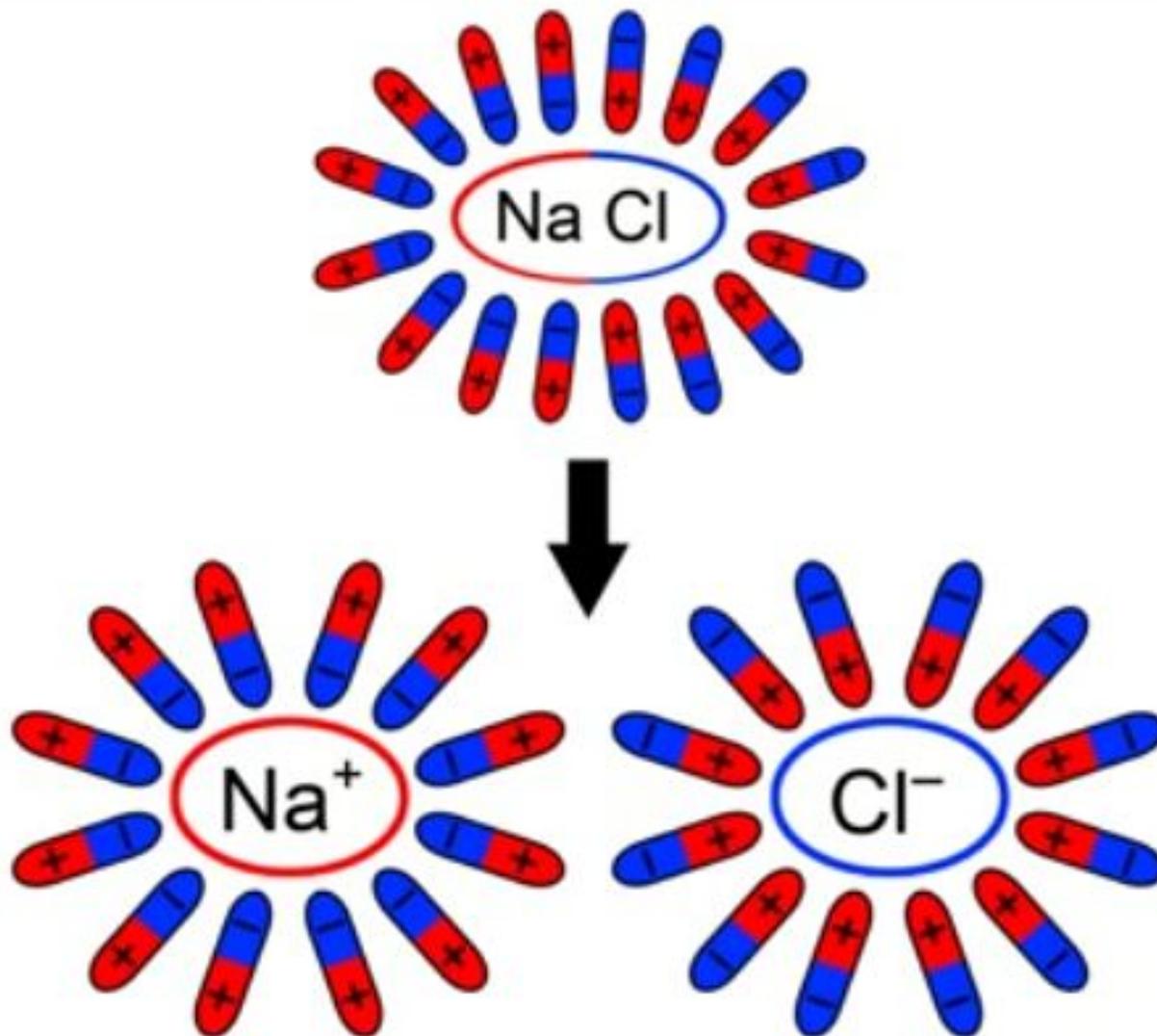
Молекула воды



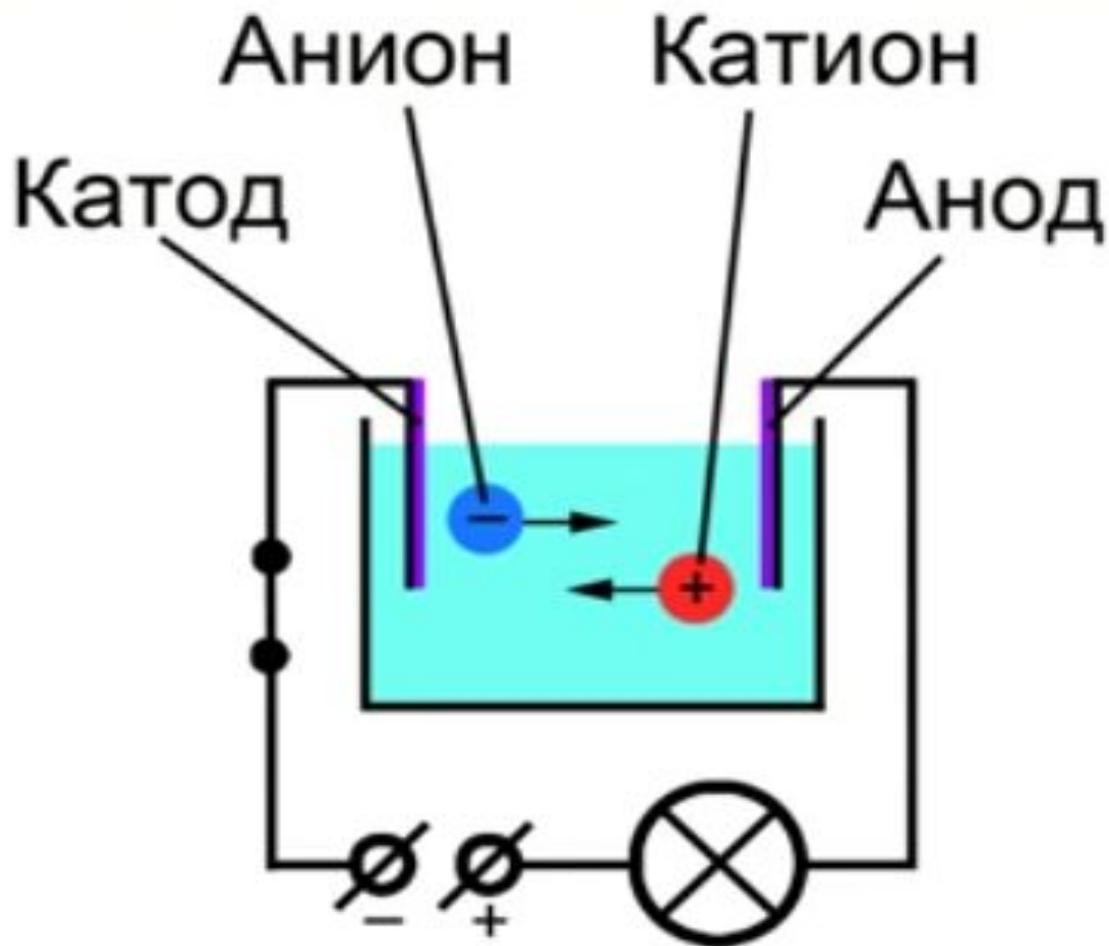
Образование ионов



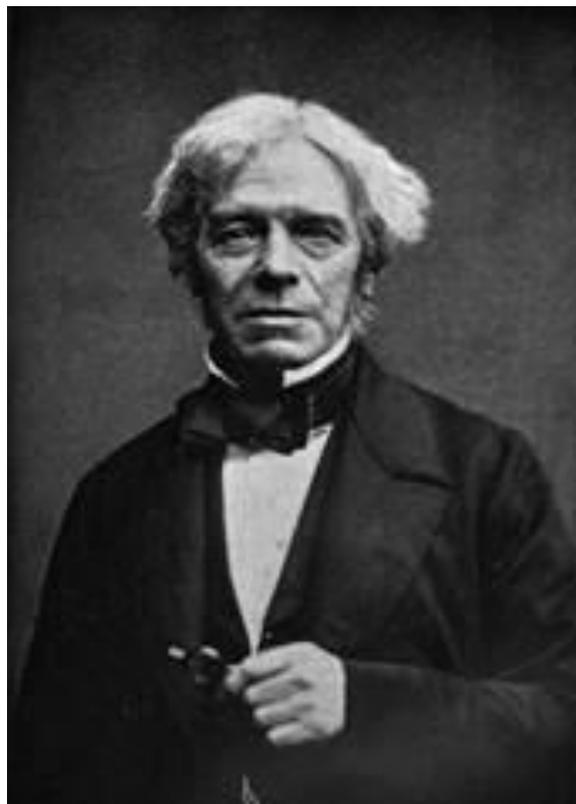
Образование ионов



Образование ионов



Майкл Фарадей



22.09.1791 г. – 25.08.1867 г.



Электролитическая

диссоциация

процесс распада нейтральных молекул под действием полярных молекул воды

Электролиз

процесс, связанный с окислительно-восстановительными реакциями, при которых на электродах выделяется вещество.



Майкл Фарадей, 1833 год

▣ 1 – й закон

$$\Delta m = k \cdot q$$

ИЛИ

$$\Delta m = k \cdot I \cdot t$$

к – электрохимический эквивалент

$$[k] = \left[\frac{\text{кг}}{\text{Кул}} \right]$$



Майкл Фарадей, 1833 год

□ 2 – й закон

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n}$$

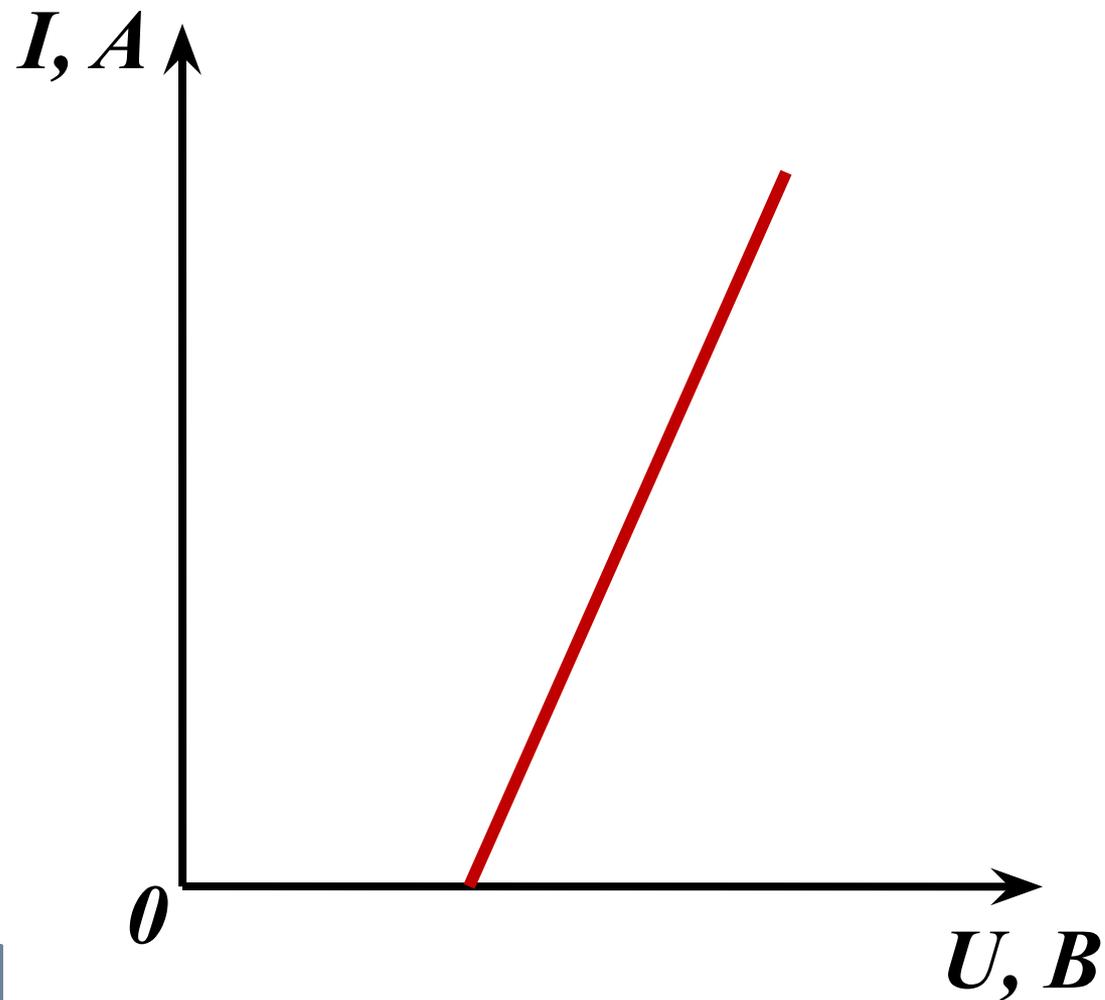
$$F = 9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{Кл}}{\text{моль}} \quad \text{постоянная Фарадея}$$

□ **M** – молярная масса вещества;

□ **n** – валентность вещества

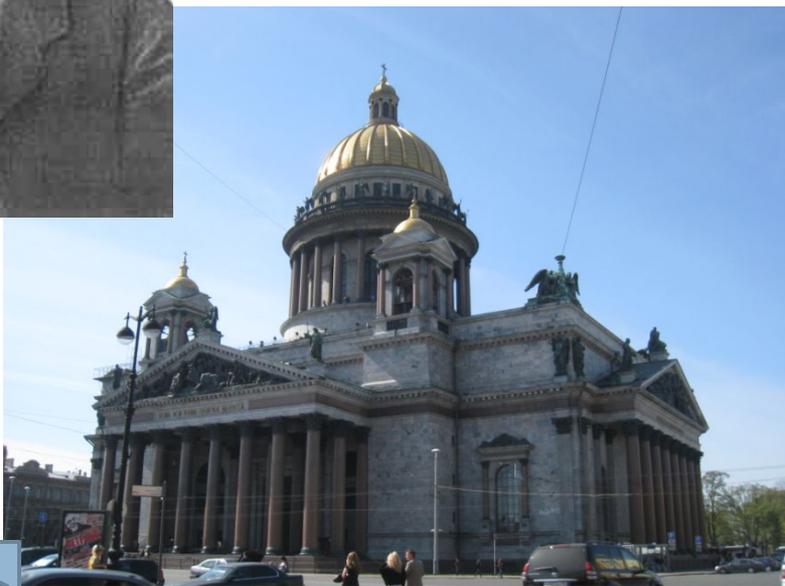


Вольт-амперная характеристика электролита



Применение электролиза

▣ Б.С. Якоби, 1838 год - гальванопластика



Применение электролиза

□ гальваностегия



Электрический ток в полупроводниках

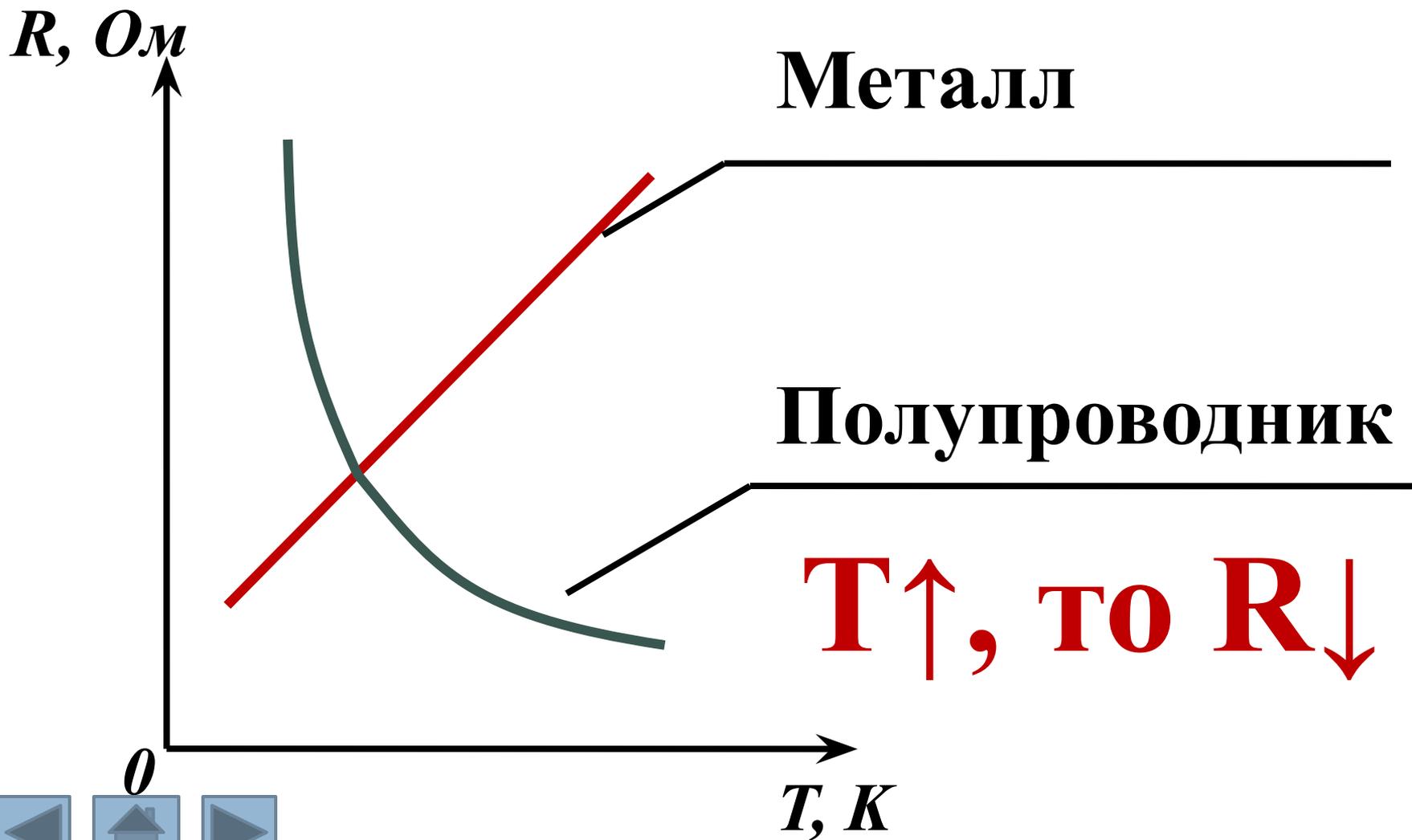


Полупроводники

это вещества, которые занимают промежуточное положение между проводниками и диэлектриками.



Полупроводники



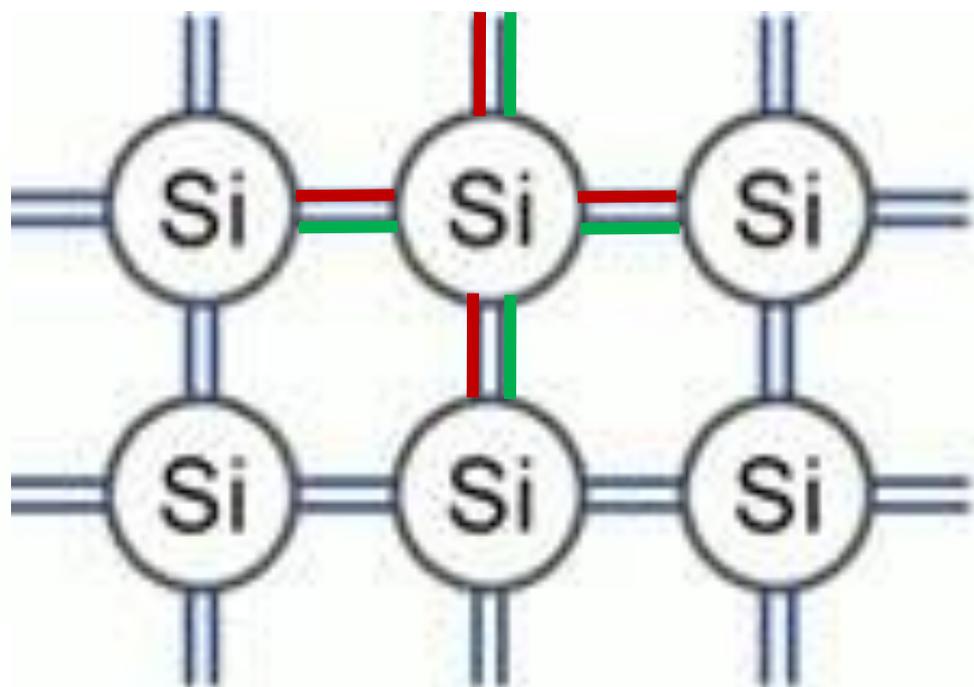
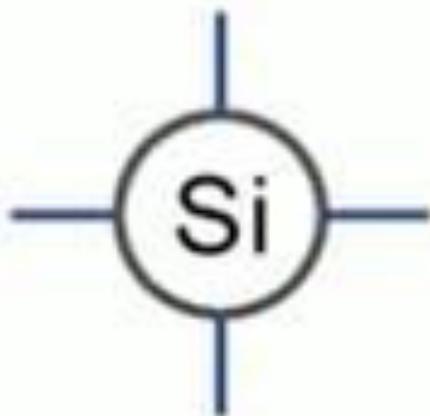
Полупроводники

| | | ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА | | | | | | | | | | VII (H) | | VIII | | атомный номер / обозначение элемента | | | |
|------------------------------|------------------------------------|--|--|---|--------------------------------|---|-------------------------------|---|----------------------------------|--|----------------------------------|--|-----------------------------------|--|---|--|--------------------------------------|---|--|
| 1 | 1 | II | III | | IV | | V | | VI | | 9 | | 10 | | 12,01 / 6 / С / УГЛЕРОД | | | | |
| 1 | 1 | H ¹ 1,01 ВОДОРОД | ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА | | | | | | | | | | (H) | | He ² 4,00 ГЕЛИЙ | | атомный номер / обозначение элемента | | |
| 2 | 2 | Li ³ 6,94 ЛИТИЙ | Be ⁴ 9,01 БЕРРИЛЛИЙ | B ⁵ 10,81 БОР | | C ⁶ 12,01 УГЛЕРОД | | N ⁷ 14,01 АЗОТ | | O ⁸ 16,00 КИСЛОРОД | | F ⁹ 19,00 ФТОР | | Ne ¹⁰ 20,18 НЕОН | | 12,01 / 6 / С / УГЛЕРОД | | | |
| 3 | 3 | Na ¹¹ 22,99 НАТРИЙ | Mg ¹² 24,31 МАГНИЙ | Al ¹³ 26,98 АЛЮМИНИЙ | | Si ¹⁴ 28,09 КРЕМНИЙ | | P ¹⁵ 30,97 ФОСФОР | | S ¹⁶ 32,06 СЕРА | | Cl ¹⁷ 35,45 ХЛОР | | Ar ¹⁸ 39,95 АРГОН | | относительная атомная масса | | | |
| 4 | 4 | K ¹⁹ 39,10 КАЛИЙ | Ca ²⁰ 40,08 КАЛЬЦИЙ | Sc ²¹ 44,96 СКАНДИЙ | | Ti ²² 47,90 ТИТАН | | V ²³ 50,94 ВАНАДИЙ | | Cr ²⁴ 52,00 ХРОМ | | Mn ²⁵ 54,94 МАРГАНЕЦ | | Fe ²⁶ 55,85 ЖЕЛЕЗО | | Co ²⁷ 58,93 КОБАЛЬТ | | Ni ²⁸ 58,70 НИКЕЛЬ | |
| | 5 | Cu ²⁹ 63,55 МЕДЬ | Zn ³⁰ 65,38 ЦИНК | Ga ³¹ 69,72 ГАЛЛИЙ | | Ge ³² 72,59 ГЕРМАНИЙ | | As ³³ 74,92 МЫШЬЯК | | Se ³⁴ 78,96 СЕЛЕН | | Br ³⁵ 79,90 БРОМ | | Kr ³⁶ 83,80 КРИПТОН | | | | | |
| 5 | 6 | Rb ³⁷ 85,47 РУБИДИЙ | Sr ³⁸ 87,62 СТРОНЦИЙ | Y ³⁹ 88,91 ИТТРИЙ | | Zr ⁴⁰ 91,22 ЦИРКОНИЙ | | Nb ⁴¹ 92,91 НИОБИЙ | | Mo ⁴² 95,94 МОЛИБДЕН | | Tc ⁴³ 98,91 ТЕХНЕЦИЙ | | Ru ⁴⁴ 101,07 РУТЕНИЙ | | Rh ⁴⁵ 102,91 РОДИЙ | | Pd ⁴⁶ 106,42 ПАЛЛАДИЙ | |
| | 7 | Ag ⁴⁷ 107,87 СЕРЕБРО | Cd ⁴⁸ 112,41 КАДМИЙ | In ⁴⁹ 114,82 ИНДИЙ | | Sn ⁵⁰ 118,69 ОЛОВО | | Sb ⁵¹ 121,75 СУРЬМА | | Te ⁵² 127,60 ТЕЛЛУР | | I ⁵³ 126,90 ИОД | | Xe ⁵⁴ 131,30 КСЕНОН | | | | | |
| 6 | 8 | Cs ⁵⁵ 132,91 ЦЕЗИЙ | Ba ⁵⁶ 137,33 БАРИЙ | La ^{*57} 138,91 ЛАНТАН | | Hf ⁷² 178,49 ГАФНИЙ | | Ta ⁷³ 180,95 ТАНТАЛ | | W ⁷⁴ 183,85 ВОЛЬФРАМ | | Re ⁷⁵ 186,21 РЕНИЙ | | Os ⁷⁶ 190,20 ОСМИЙ | | Ir ⁷⁷ 192,22 ИРИДИЙ | | Pt ⁷⁸ 195,09 ПЛАТИНА | |
| | 9 | Au ⁷⁹ 196,97 ЗОЛОТО | Hg ⁸⁰ 200,59 РУТУТЬ | Tl ⁸¹ 204,37 ТАЛЛИЙ | | Pb ⁸² 207,20 СВИНЕЦ | | Bi ⁸³ 208,98 ВИСМУТ | | Po ^[209] [209] ПОЛОНИЙ | | At ^[210] [210] АСТАТ | | Rn ^[222] [222] РАДОН | | | | | |
| 7 | 10 | Fr ⁸⁷ [223] ФРАНЦИЙ | Ra ⁸⁸ 226,03 РАДИЙ | Ac ^{**89} [227] АКТИНИЙ | | Ku ¹⁰⁴ [261] КУРЧАТОВИЙ | | Ns ¹⁰⁵ [261] НИЛЬСБОРИЙ | | Sg ¹⁰⁶ [263] СИБОРГИЙ | | Bh ¹⁰⁷ [262] БОРИЙ | | Hs ¹⁰⁸ [265] ХАССИЙ | | Hs ¹⁰⁹ [266] МЕЙТНЕРИЙ | | | |
| * ЛАНТАНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | | | | | | |
| Ce 140,12 ЦЕРИЙ | Pr 140,91 ПРАЗЕОДИМ | Nd 144,24 НЕОДИМ | Pm [145] ПРОМЕТИЙ | Sm 150,40 САМАРИЙ | Eu 151,96 ЕВРОПИЙ | Gd 157,25 ГАДОЛИНИЙ | Tb 158,93 ТЕРБИЙ | Dy 162,50 ДИСПРОЗИЙ | Ho 164,93 ГОЛЬМИЙ | Er 167,26 ЭРБИЙ | Tm 168,93 ТУЛИЙ | Yb 173,04 ИТТЕРБИЙ | Lu 174,97 ЛЮТЕЦИЙ | | | | | | |
| ** АКТИНОИДЫ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | | | | | | |
| Th 232,04 ТОРИЙ | Pa 231,04 ПРОТАКТИНИЙ | U 238,03 УРАН | Np 237,05 НЕПТУНИЙ | Pu [244] ПЛУТОНИЙ | Am [243] АМЕРИЦИЙ | Cm [247] КЮРИЙ | Bk [247] БЕРКЛИЙ | Cf [251] КАЛИФОРНИЙ | Es [254] ЭЙНШТЕЙНИЙ | Fm [257] ФЕРМИЙ | Md [258] МЕНДЕЛЕВИЙ | (No) [255] НОБЕЛИЙ | (Lr) [256] ЛОУРЕНСИЙ | | | | | | |

- s - элементы
 - p - элементы
 - d - элементы
 - f - элементы

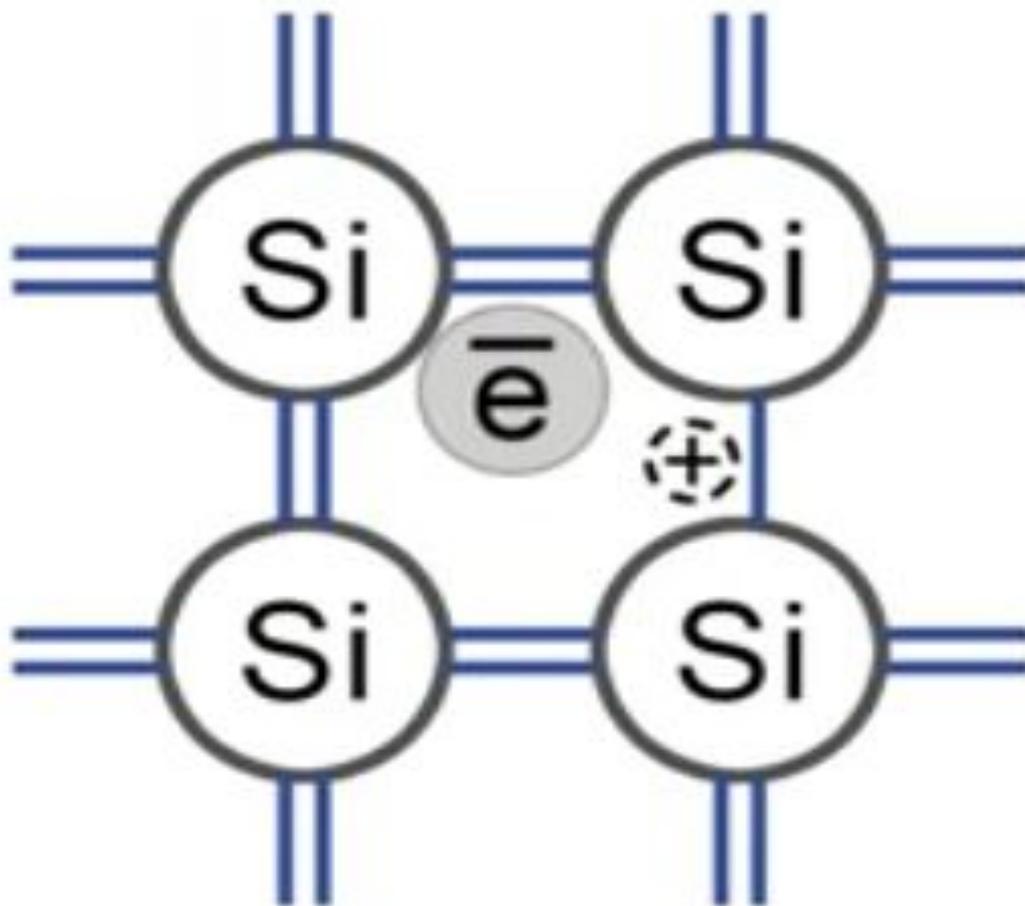


Полупроводники

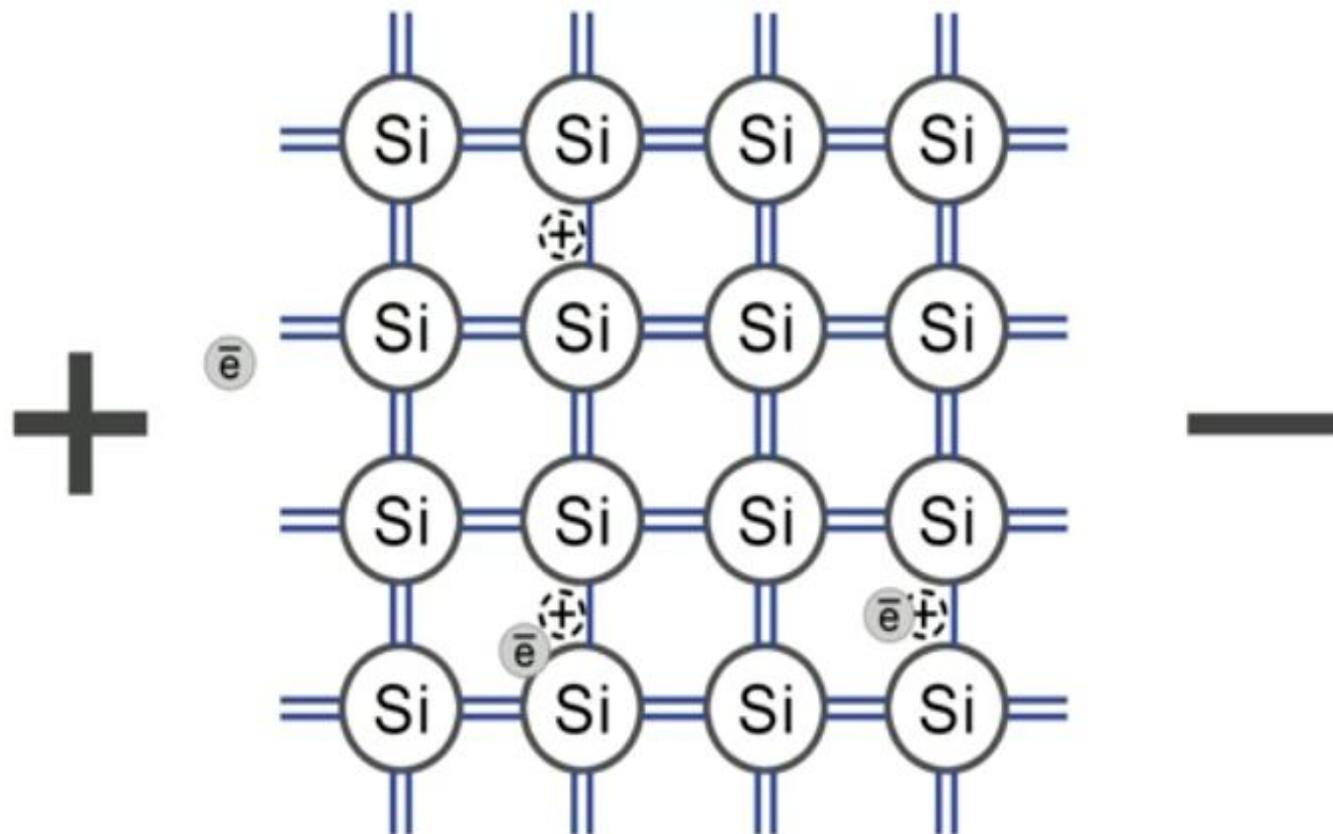


Полупроводники

$T \uparrow$



Собственная проводимость



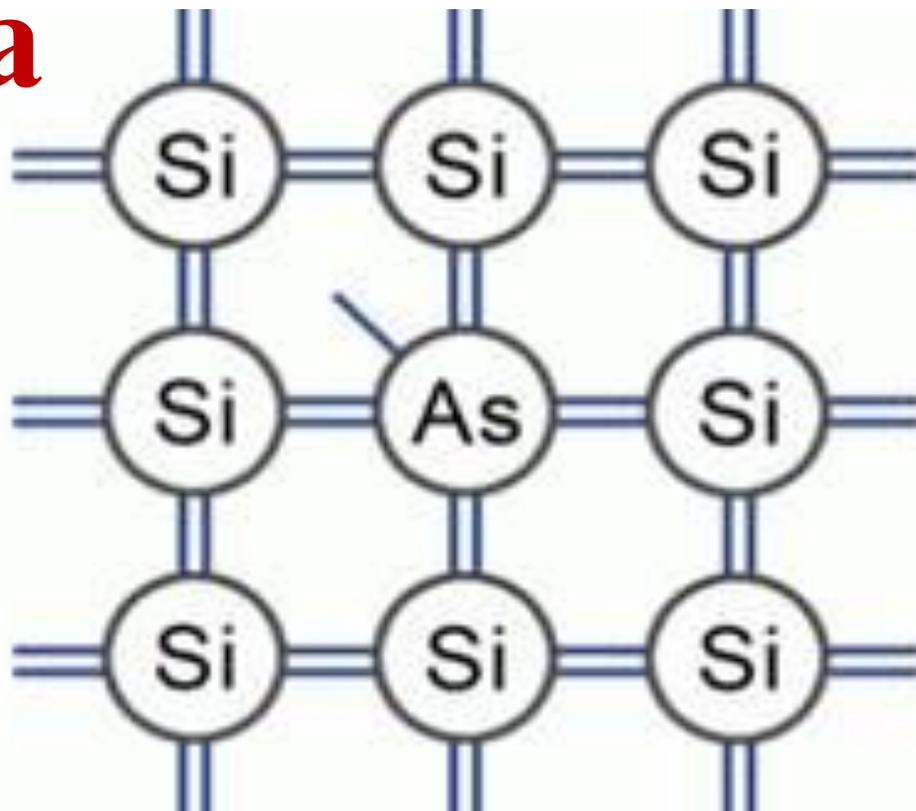
электронно-дырочная проводимость



Примесная проводимость

□ 1 случай

n-типа



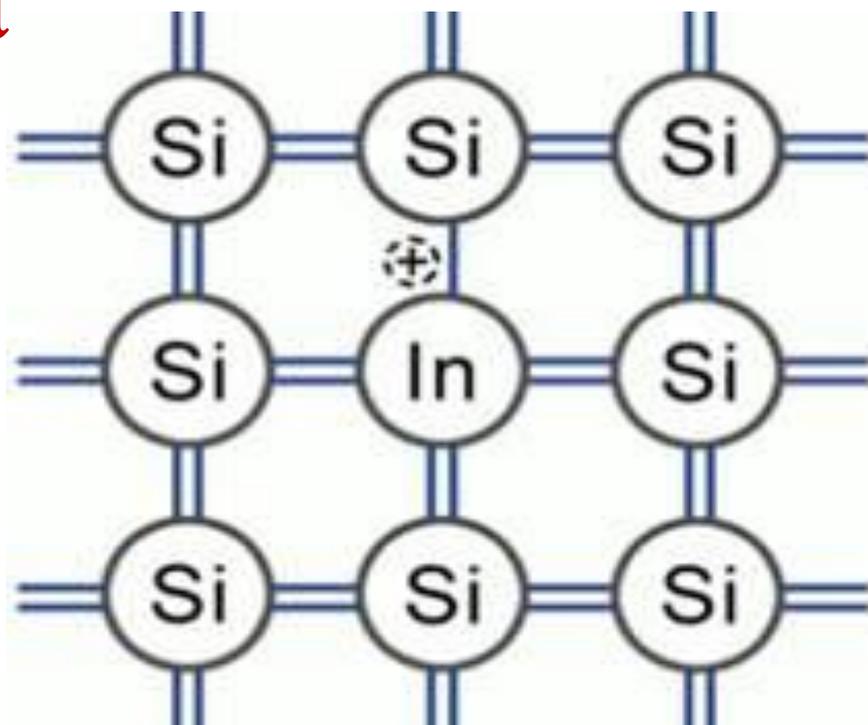
донорная примесь



Примесная проводимость

□ 2 случай

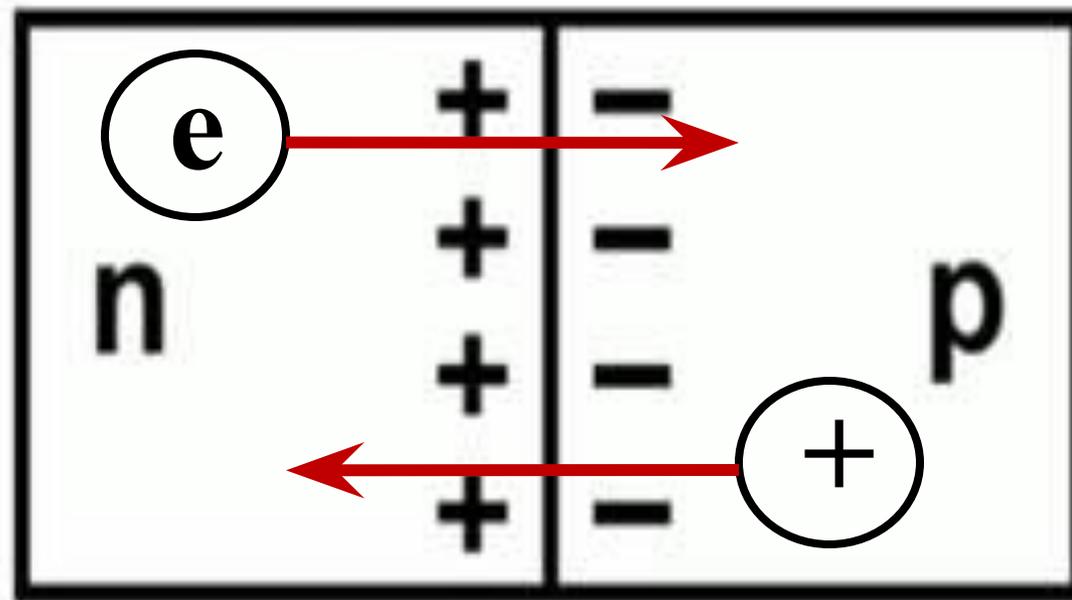
р-типа



акцепторная примесь



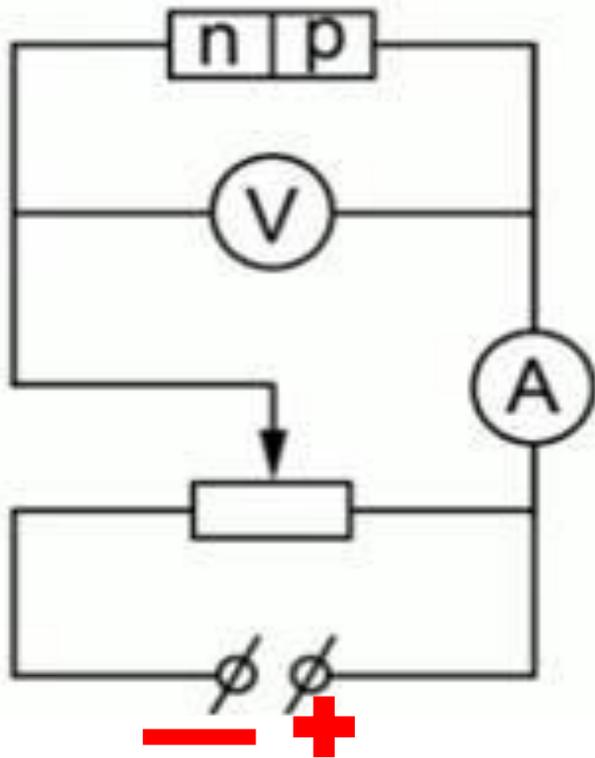
p-n-переход



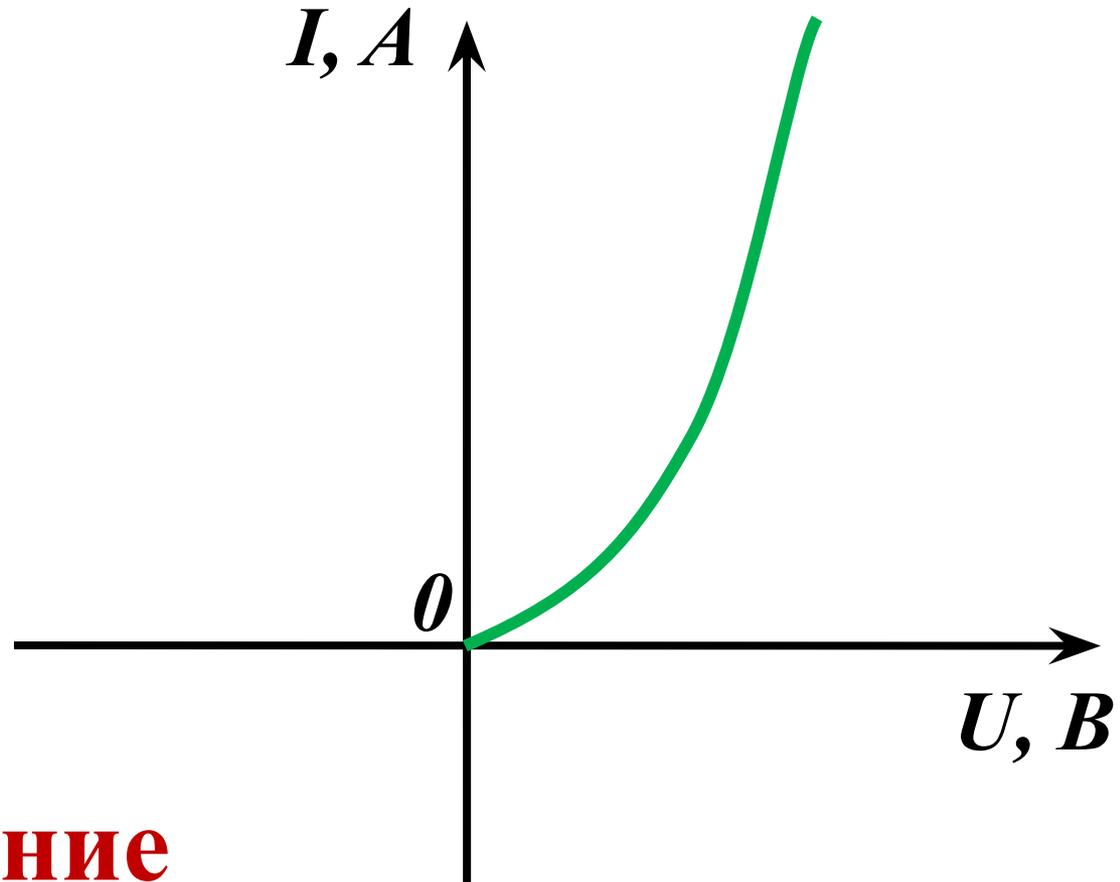
запирающий слой



Вольт-амперная характеристика п/п

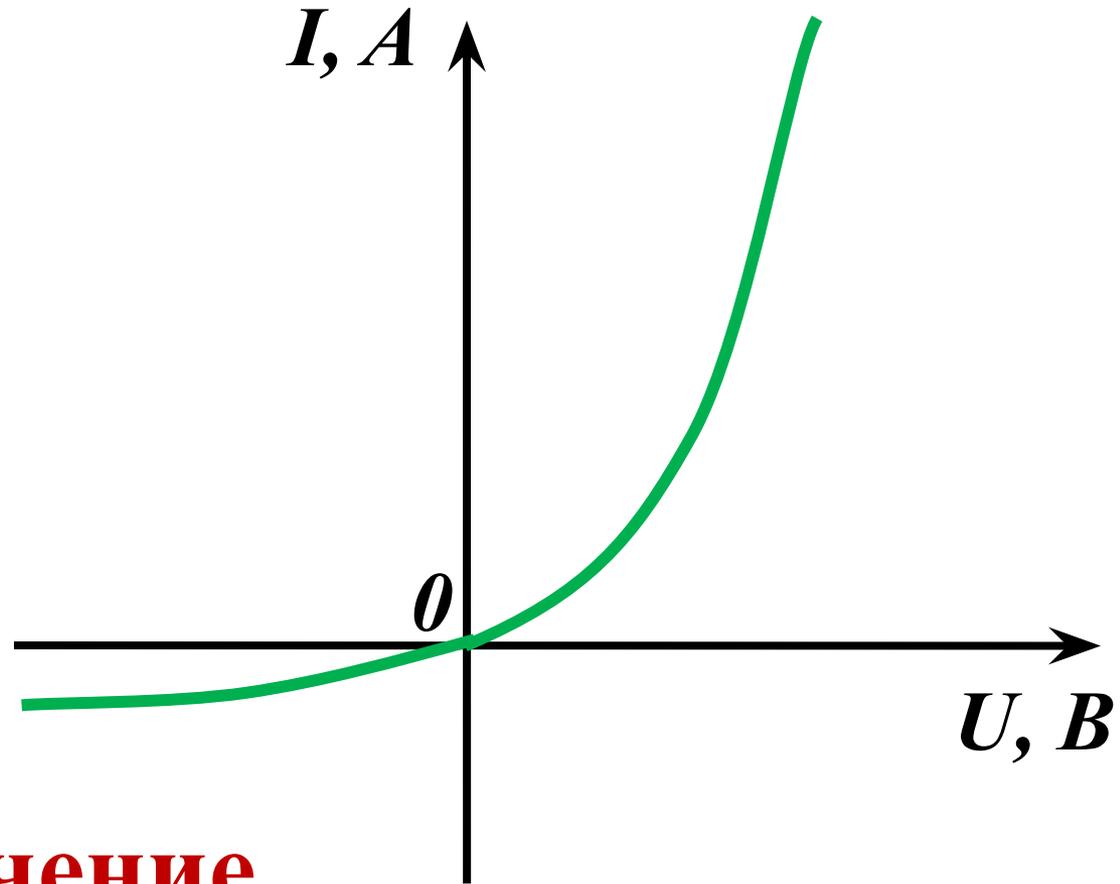
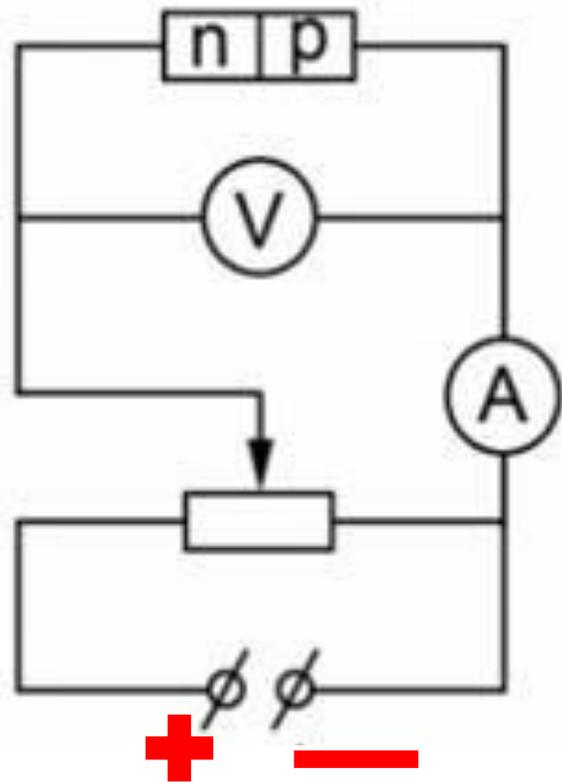


прямое включение



Вольт-амперная характеристика

п/п

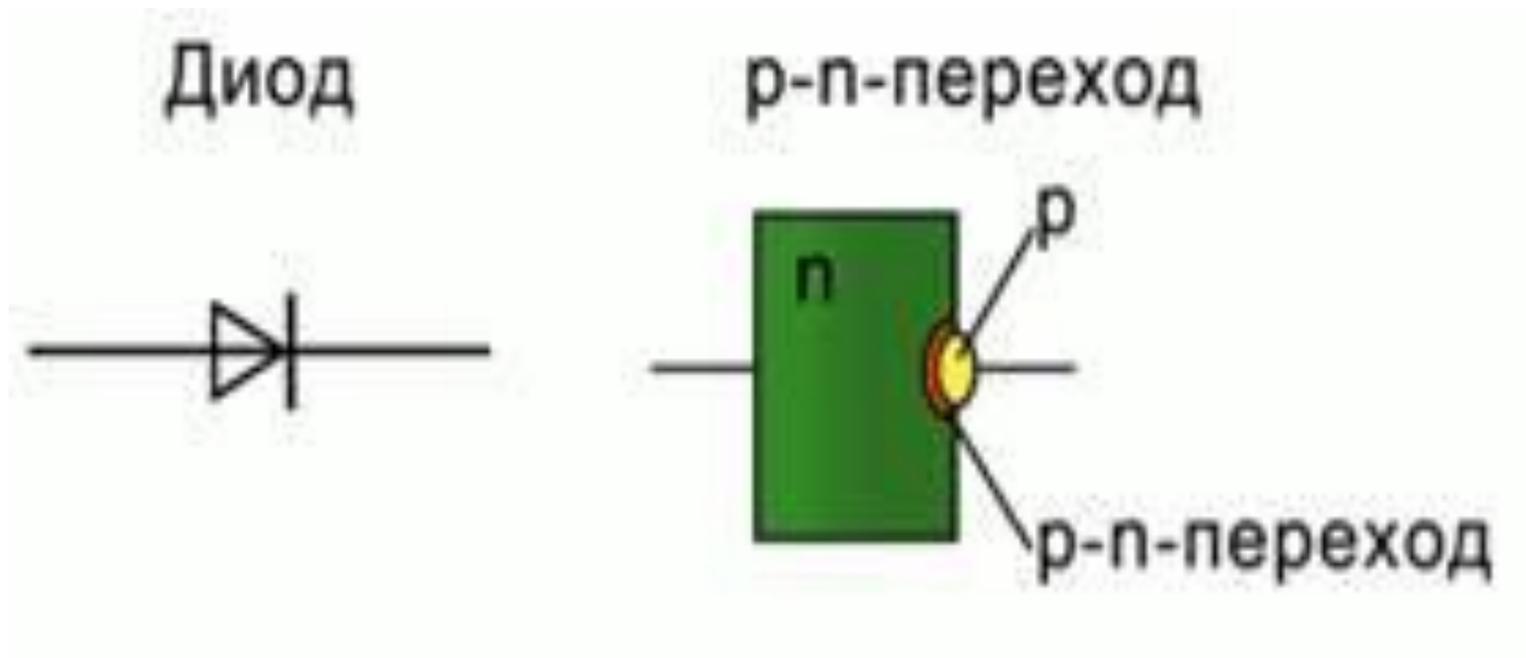


обратное включение



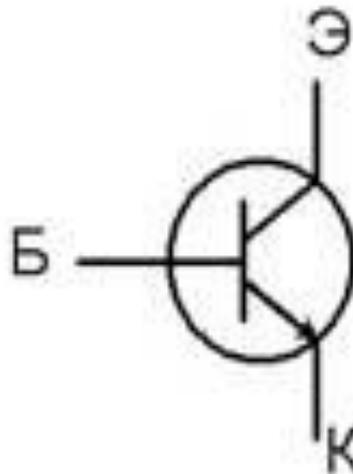
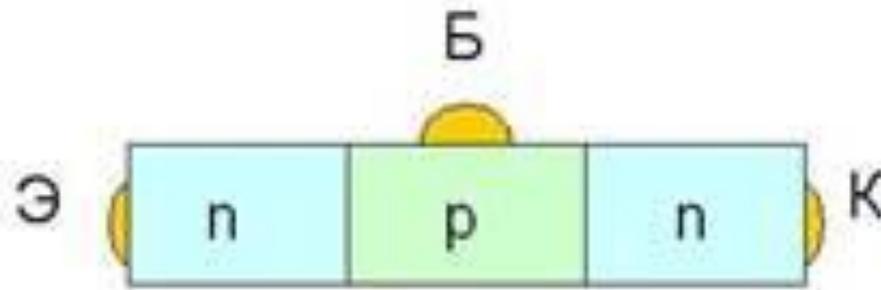
Применение

Полупроводниковые приборы

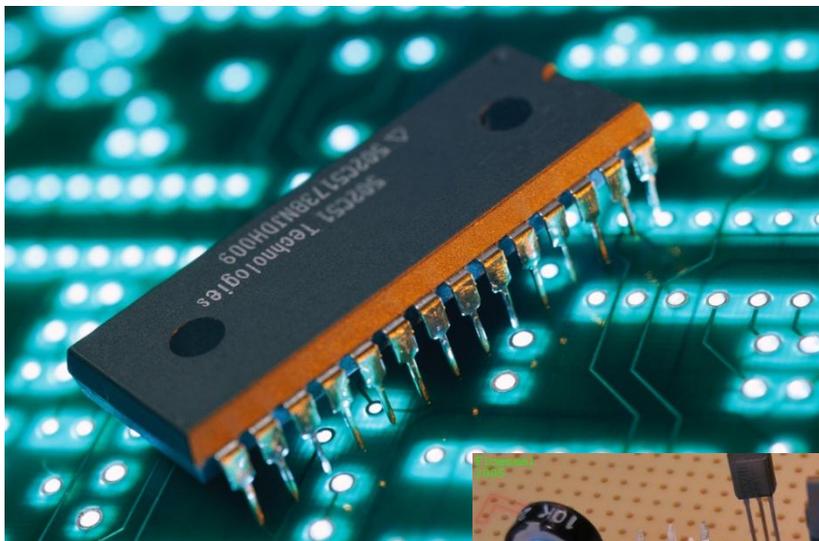


Применение

Полупроводниковые приборы



Применение



Электрический ток в газах



Ионизация газа

процесс расщепления нейтральных молекул на ионы и электроны.

Обратный процесс – рекомбинация

Способы ионизации:

- ▣ термическая;**
- ▣ электронный удар ...**



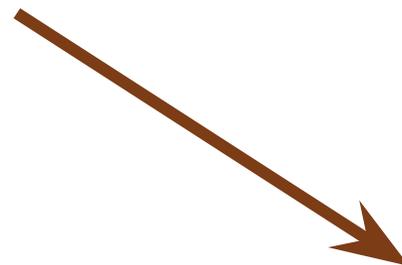
Ионная проводимость

- ▣ **положительные ионы;**
- ▣ **отрицательные ионы;**
- ▣ **свободные электроны.**



Виды газовых разрядов

Протекание тока в газах
называют **газовым разрядом.**



несамостоятельный

самостоятельный



Виды самостоятельного разряда

□ ИСКРОВОЙ

Искровой разряд сопровождается выделением большого количества теплоты, ярким свечением газа, треском или громом.



Виды самостоятельного разряда

□ Тлеющий

Тлеющий разряд наблюдается в газах при низких давлениях.



Виды самостоятельного разряда

□ коронный

Коронный разряд возникает при нормальном давлении в газе, находящемся в сильно неоднородном электрическом поле (например, около остриев или проводов линий высокого напряжения).



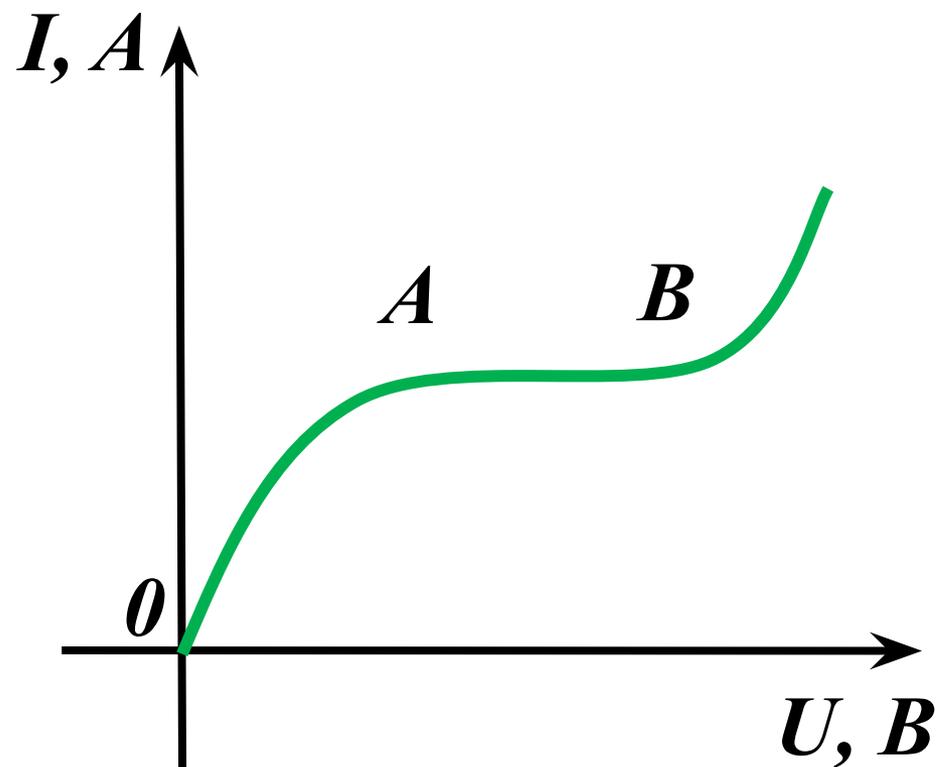
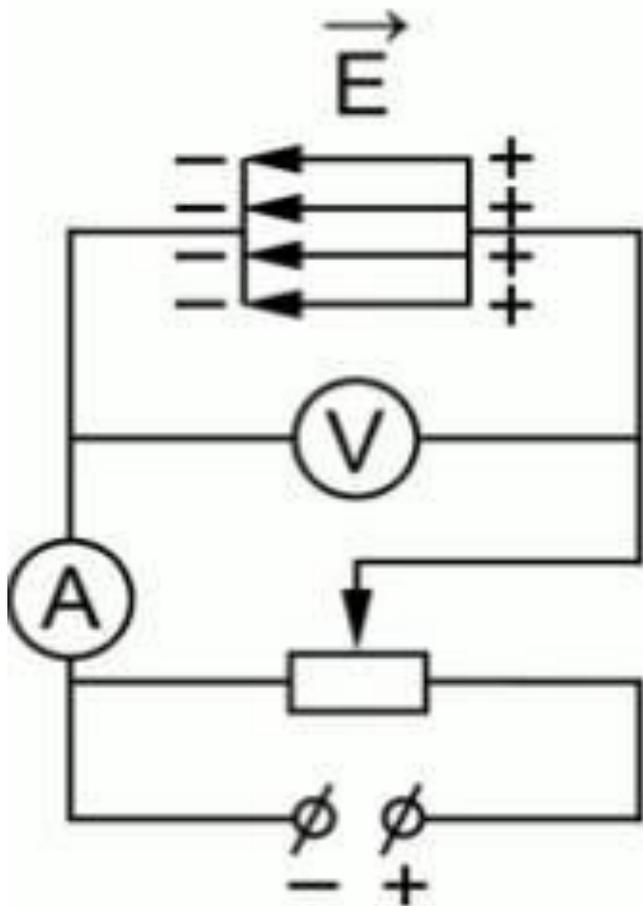
Виды самостоятельного разряда

□ ДУГОВОЙ

Основной причиной дугового разряда является интенсивное испускание термоэлектронов раскаленным катодом. Эти электроны ускоряются электрическим полем и производят ударную ионизацию молекул газа.



Вольт-амперная характеристика



Электрический ток в плазме



Плазма

– это состояние вещества, когда в целом оно электрически нейтрально, но содержит в свободном состоянии и положительно, и отрицательно заряженные носители заряда.

▣ низкотемпературная ($t \approx 1 \cdot 10^3 \text{ } ^\circ\text{C}$)

▣ высокотемпературная ($t \approx 1 \cdot 10^6 \text{ } ^\circ\text{C}$)



Применение плазмы



плазмотрон создает
низкотемпературной плазмы
различных областях техни
металлов, бурения скважин в

и применяется в газоразрядных
стоящихся трубках рекламных
го света. Газоразрядную лампу
иборах, например, в газовых
иках света.

Пл
С Г
Ый



Электрический ток в вакууме

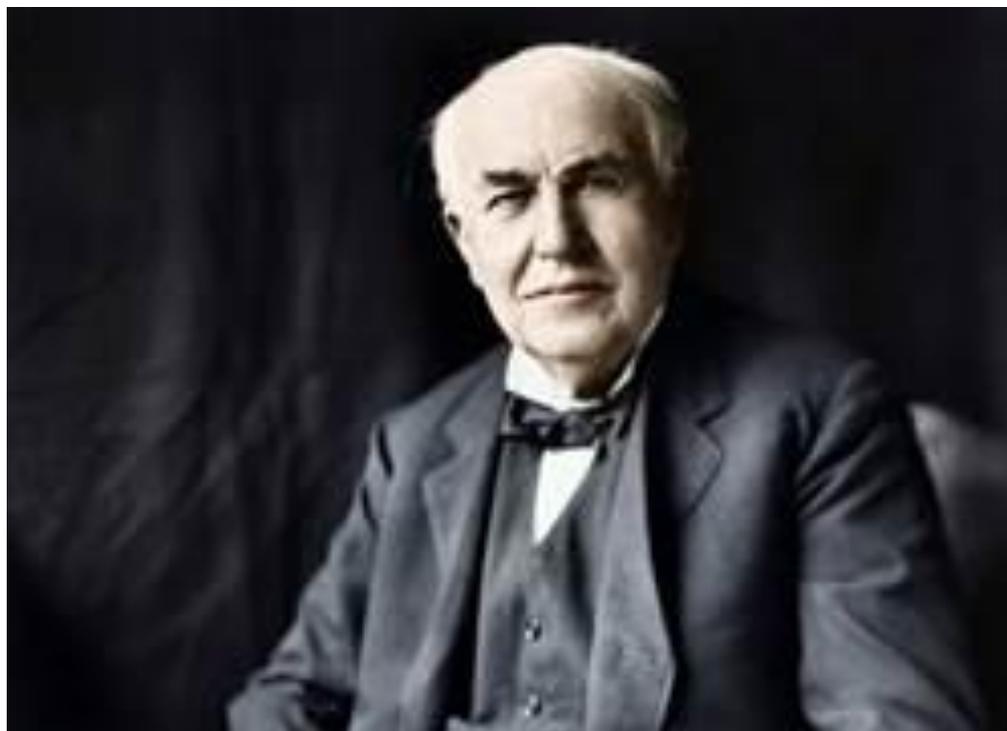


Вакуум

Вакуум – состояние газа, при котором свободный пробег частицы больше размера сосуда.



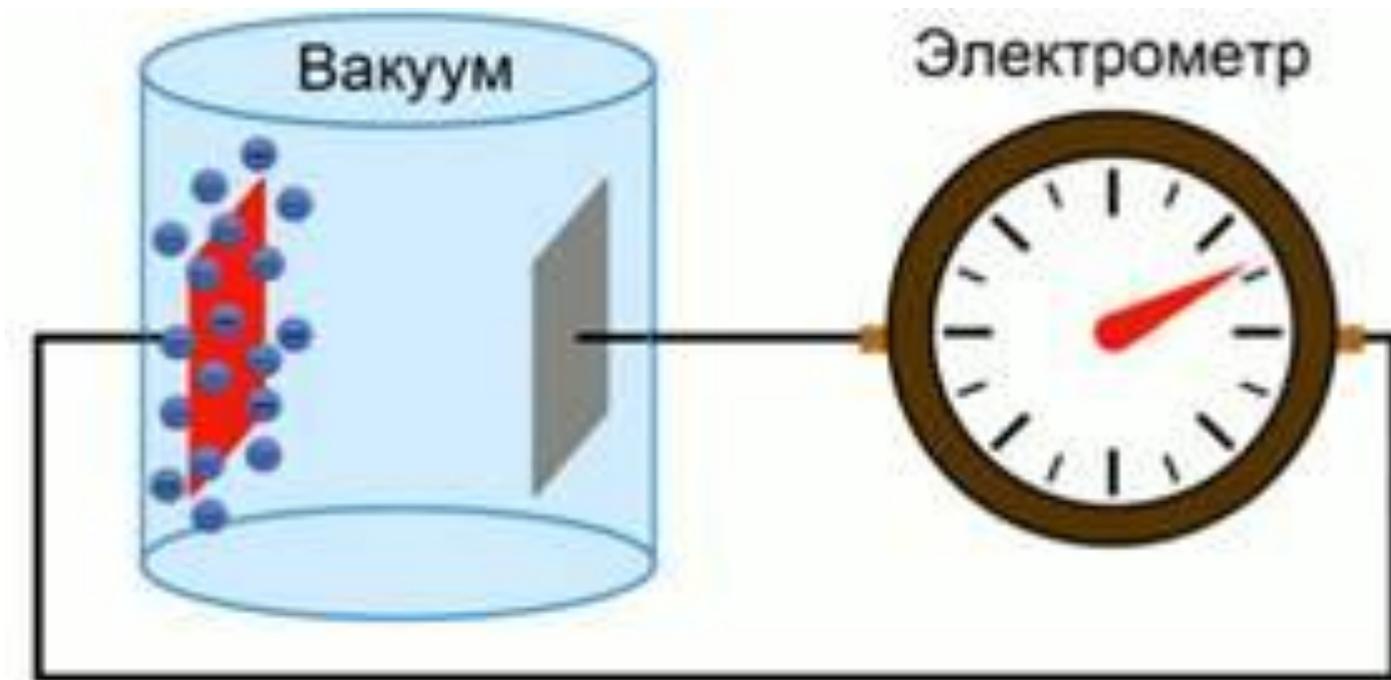
Томас Эдисон



11.02.1847 г. – 18.10.1931 г.



Опыт Эдисона



$$\frac{mv^2}{2} \geq A_{\text{вых}}$$

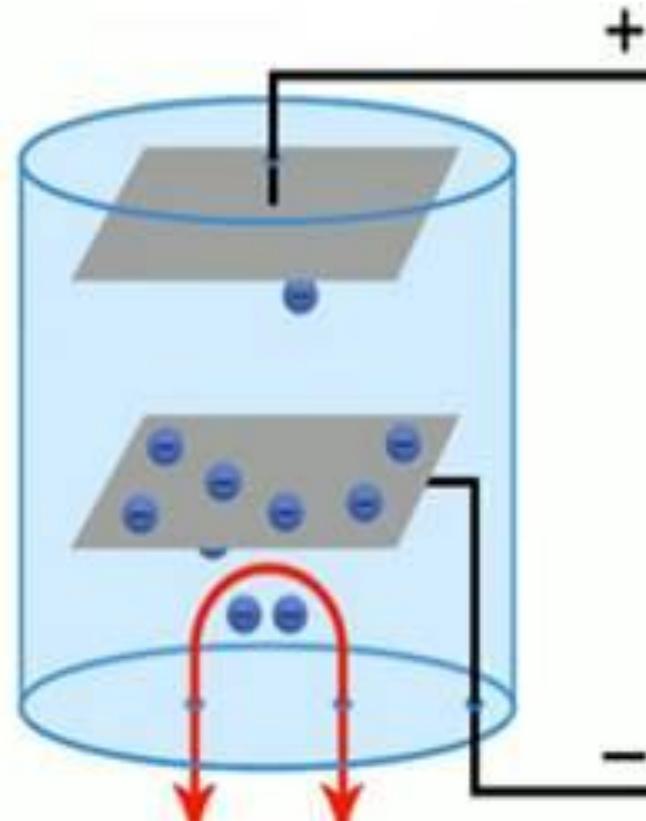
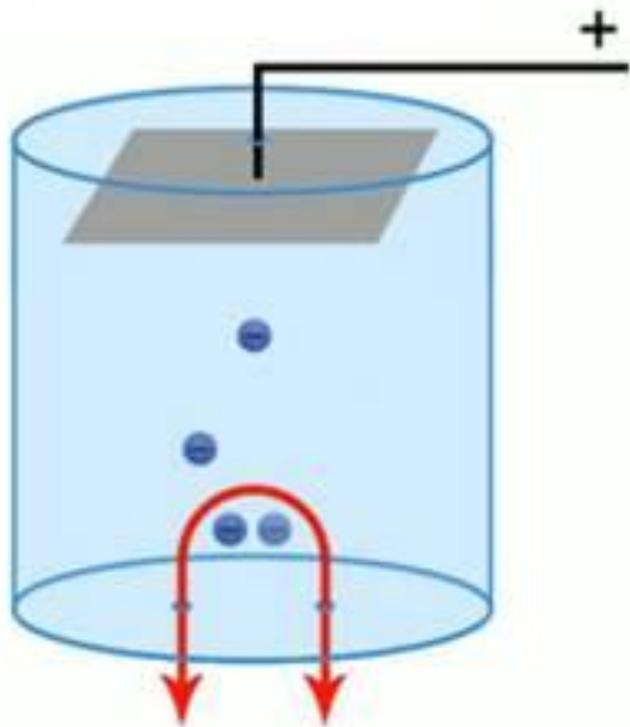


Термоэлектронная эмиссия

**испускание электронов из
металлов при его нагревании**



Ток в вакууме

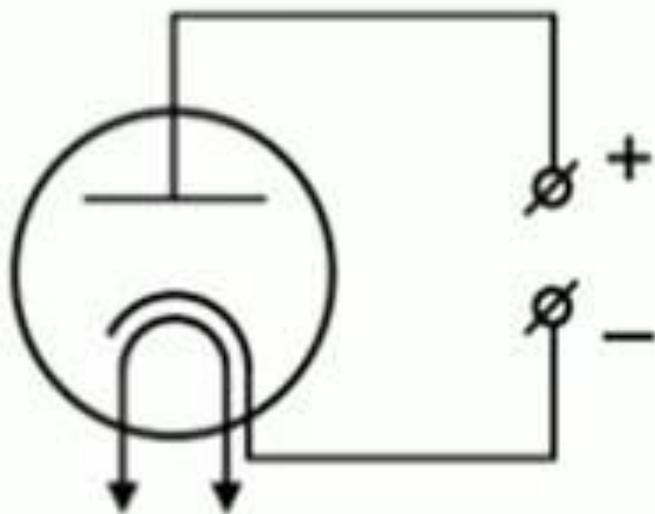


**электронная
проводимость**



Применение

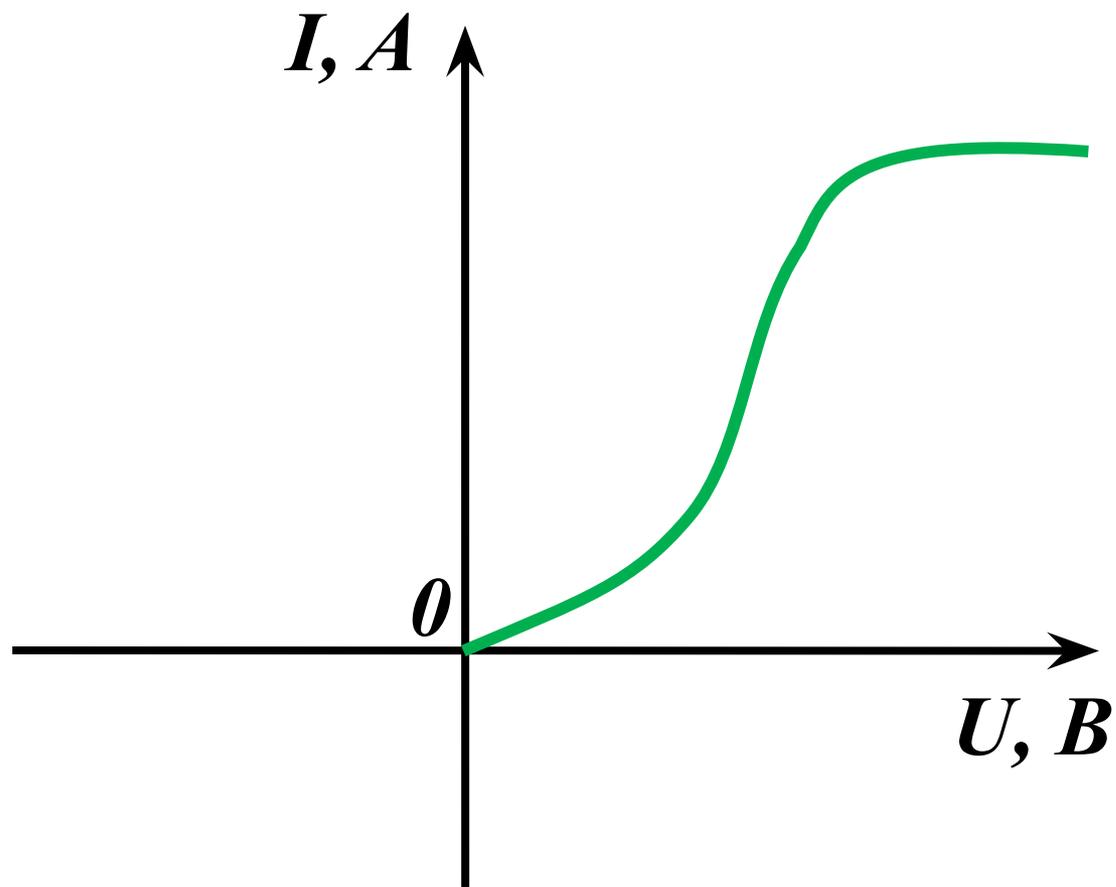
вакуумный диод



для выпрямления переменного тока

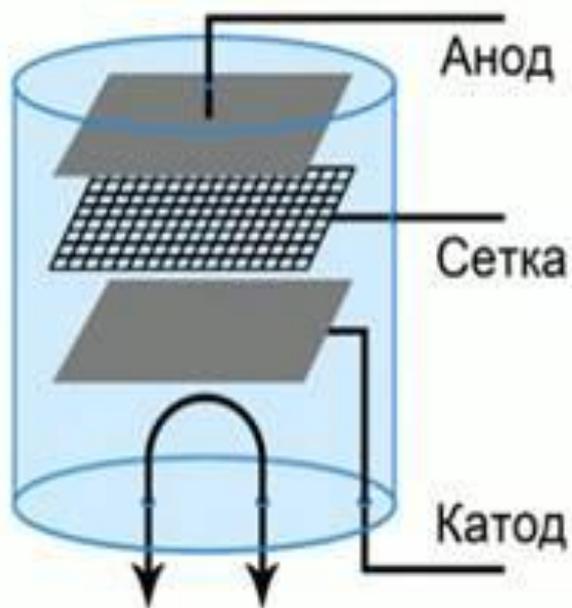


Вольт-амперная характеристика

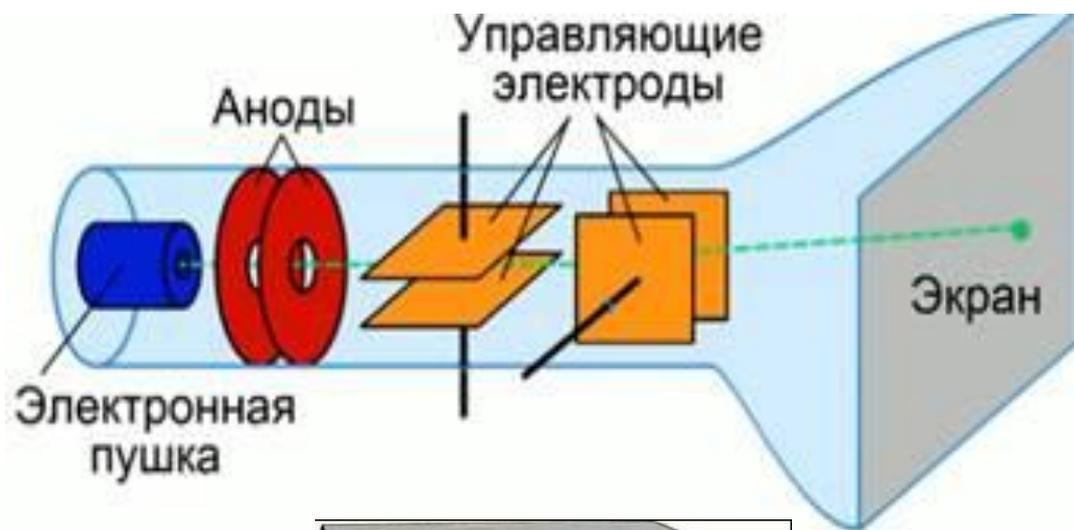


Применение

вакуумный триод

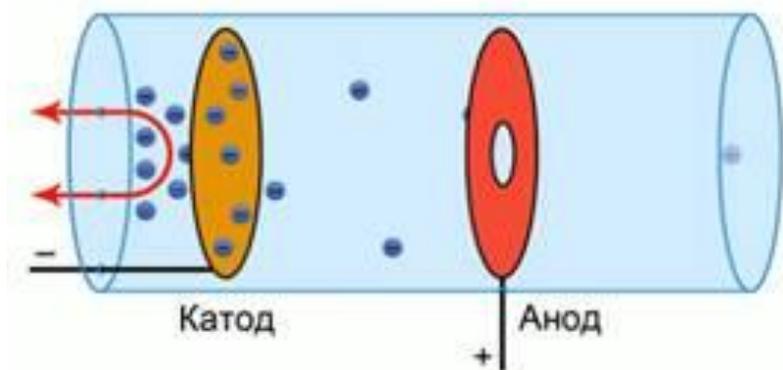


электроннолучевая трубка



Применение

электронный пучок
(электронная пушка)

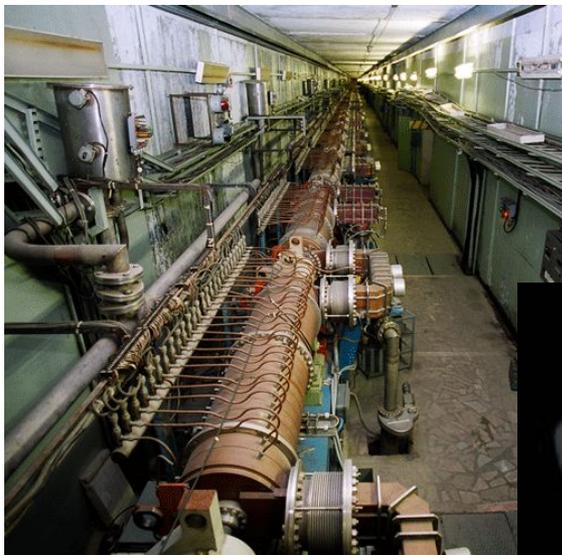


электронная
сварка



Применение

линейный
ускоритель



рентген
аппарат



Источники

- Классная физика. <http://class-fizika.narod.ru/>
- <https://yandex.ru/images>