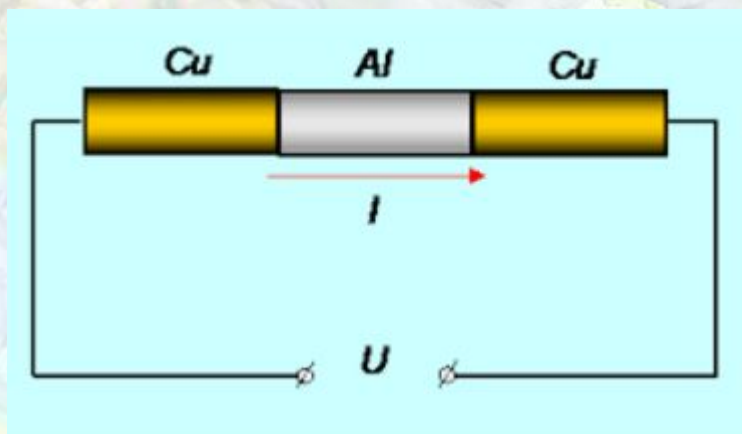
The background features a complex arrangement of molecular models. On the left, a vertical chain of ball-and-stick models shows a zigzag structure. The center and right are dominated by a large, semi-transparent model of a carbon nanotube, with a rainbow-colored spectrum overlaid on it. The text is centered in a white box with a dark blue font.

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СРЕД

Природа электрического тока в металлах



Опыт К. Рикке

Через три предварительно взвешенных цилиндра пропускали ток в течении длительного времени. В алюминии меди не оказалось. **Вывод: ток не является направленным движением ионов**

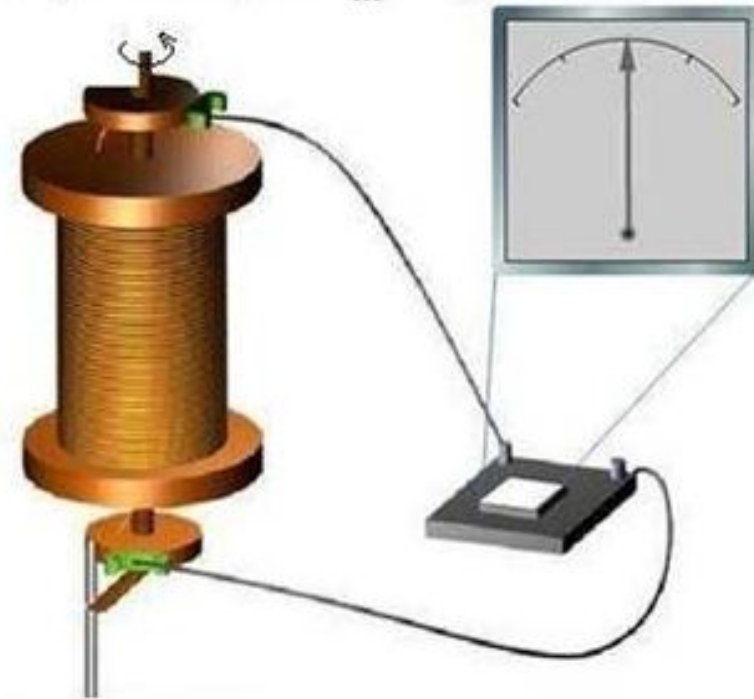
Природа электрического тока в металлах

Катушка вращалась с $v=500$ м/с; при резком торможении свободные частицы двигались по инерции. Короткое время ток. Направление и значение определило

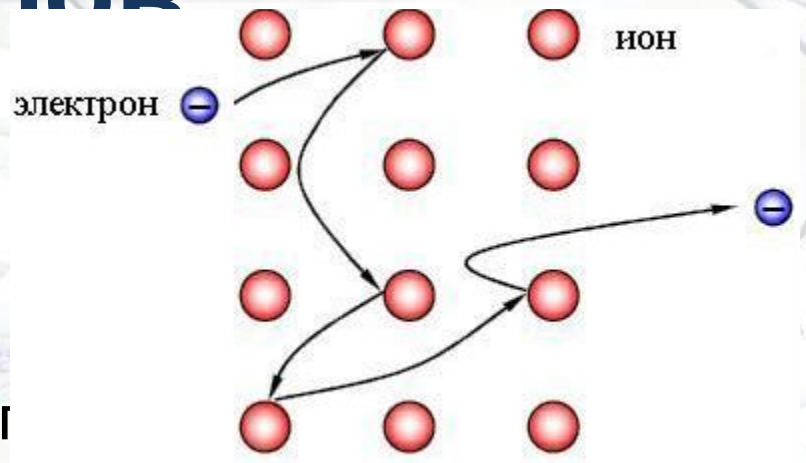
$$\frac{e}{m} = 1.8 * 10^{11} \text{ Кл/кг}$$

Опыт Манделъштама - Папалекси (1913)
и Толмена - Стюарта (1916)

Удельный заряд электрона $\frac{e}{m} = 1,76 \cdot 10^{11} \text{ Кл / кг}$



Электронная теория металлов



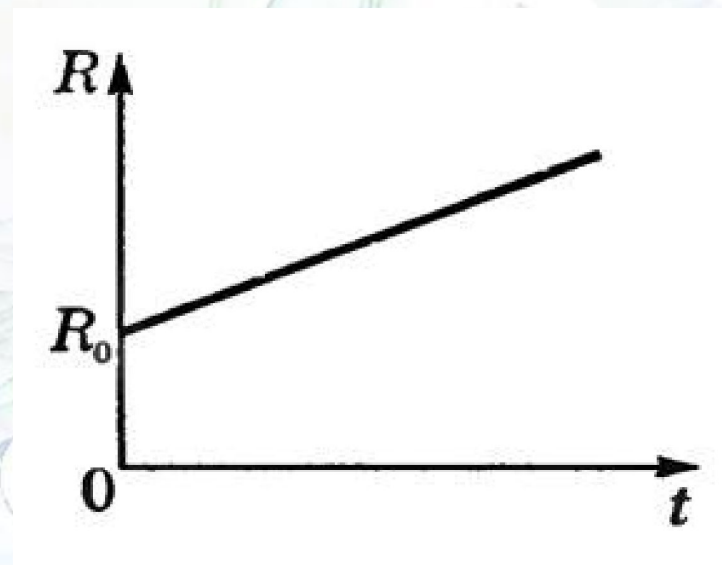
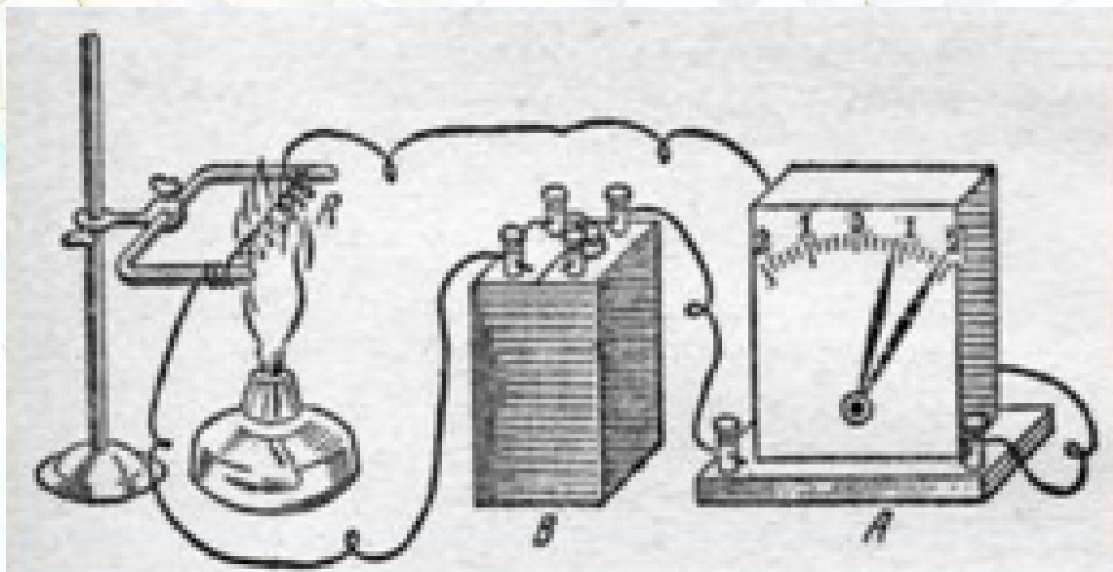
- Свободные электроны в металлах – молекулы идеального

газа ($v_{э} = 10^5$ м/с)

- Движение электронов – законам Ньютона
- Электроны сталкиваются с ионами кристаллической решетки
- Двигаясь до столкновения электроны ускоряются электрическим полем и приобретают E_k

Зависимость сопротивления проводника от температуры

Если нагревать проводник, по которому идет ток, то значение R проводника возрастет



Зависимость сопротивления проводника от температуры

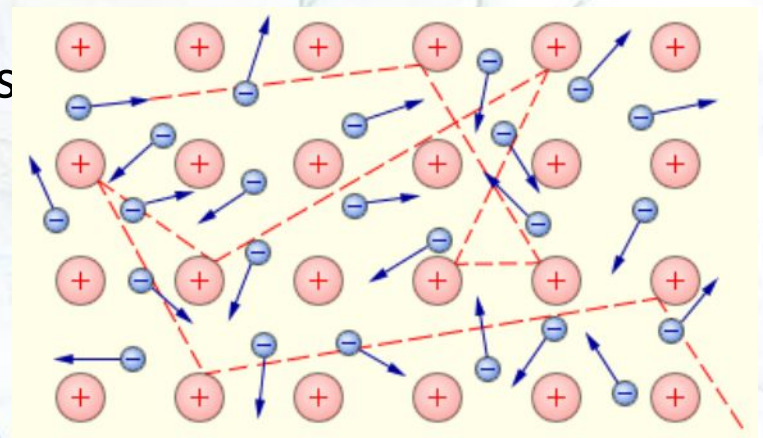
- Интенсивность колебаний узлов решетки увеличивается с ростом температуры
- Чем больше температура, тем больше сопротивление движению электронов

$$R=R_0(1+\alpha t)$$

- В металлах концентрация $e = \text{const}$ поэтому

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

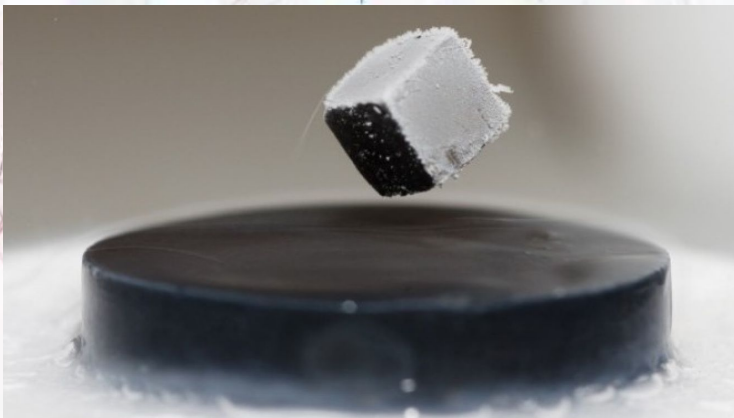
- α -температурный коэффициент сопротивления, K^{-1}



Сверхпроводимость



1911 г.- голландский физик
Г.Камерлинг-Оннес



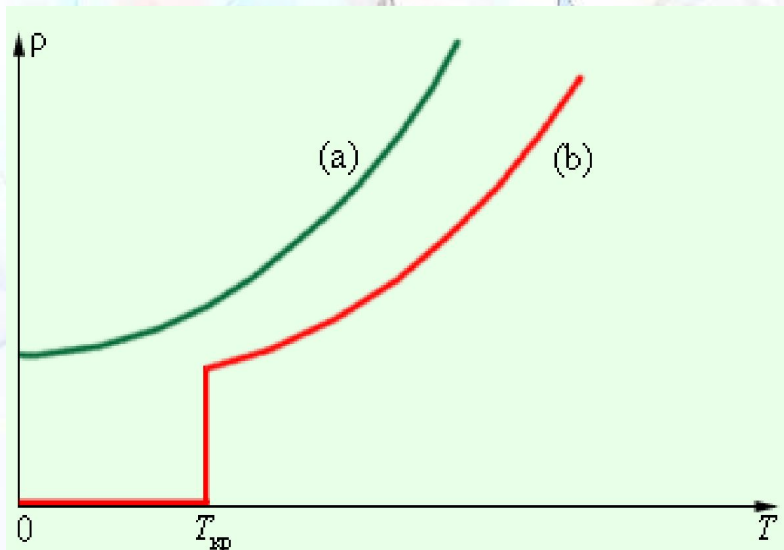
Сверхпроводимость

С понижением T :

$R_{\text{платины}}$ убывает,

$R_{\text{ртути}}$ обращается в 0 при критической температуре 4,1 К

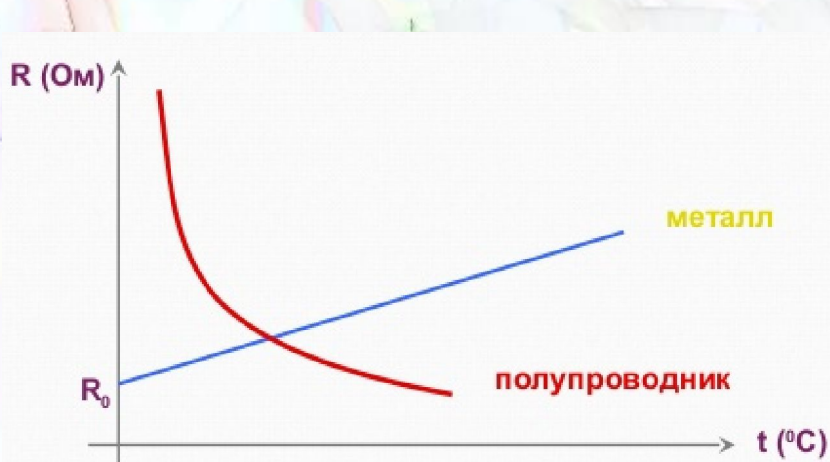
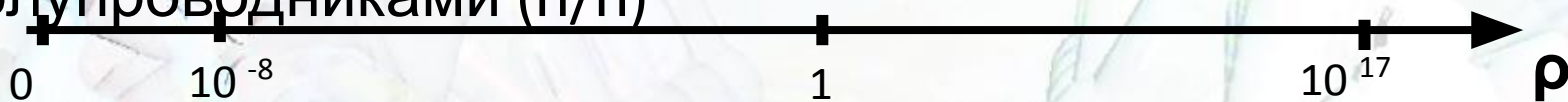
Применение:



Электрический ток в полупроводниках



Вещества, удельное сопротивление которых убывает с повышением температуры, изменением освещенности, наличия примесей, наз. полупроводниками (п/п)



решетку

										VIIIA
										2
										He
										4.003
					IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
					5	6	7	8	9	10
					B	C	N	O	F	Ne
					10.811	12.011	14.007	15.999	18.998	20.183
					13	14	15	16	17	18
					Al	Si	P	S	Cl	Ar
					26.982	28.086	30.974	32.064	35.453	39.948
IB	IIB									
29	30	31	32	33	34	35	36			
Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr			
63.54	65.37	69.72	72.59	74.922	78.96	79.909	83.80			
47	48	49	50	51	52	53	54			
Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe			
107.870	112.40	114.82	118.69	121.75	127.60	126.904	131.30			
79	80	81	82	83	84	85	86			
Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn			
196.967	200.59	204.37	207.19	208.980	(210)	(210)	(222)			

Чистые полупроводники

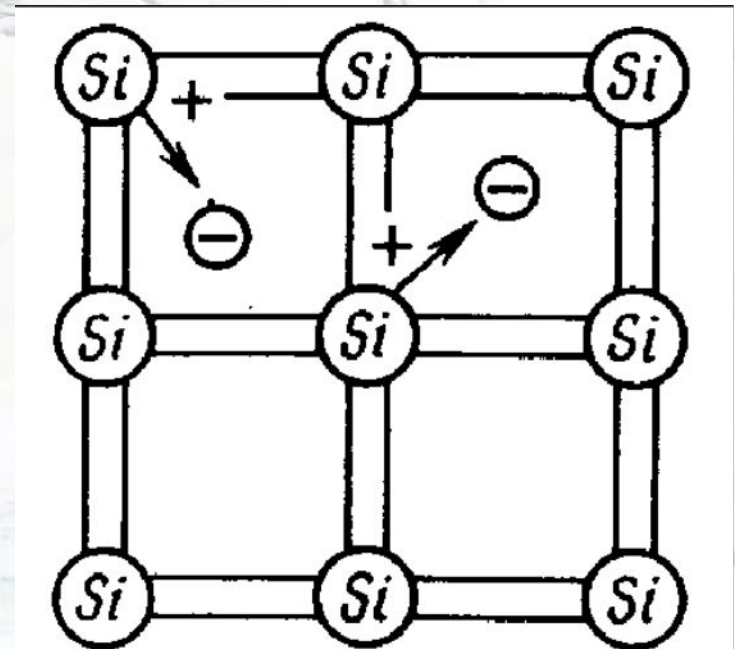
Каждый атом имеет четыре соседа, с которыми связан ковалентными связями. При низкой температуре электроны связаны с атомами; свободных носителей заряда нет.

При увеличении температуры энергия электронов увеличивается и они рвут связи, а на их месте образуется

положительная дырка

Собственная проводимость –
электронно-дырочная

$$N_- = N_+$$

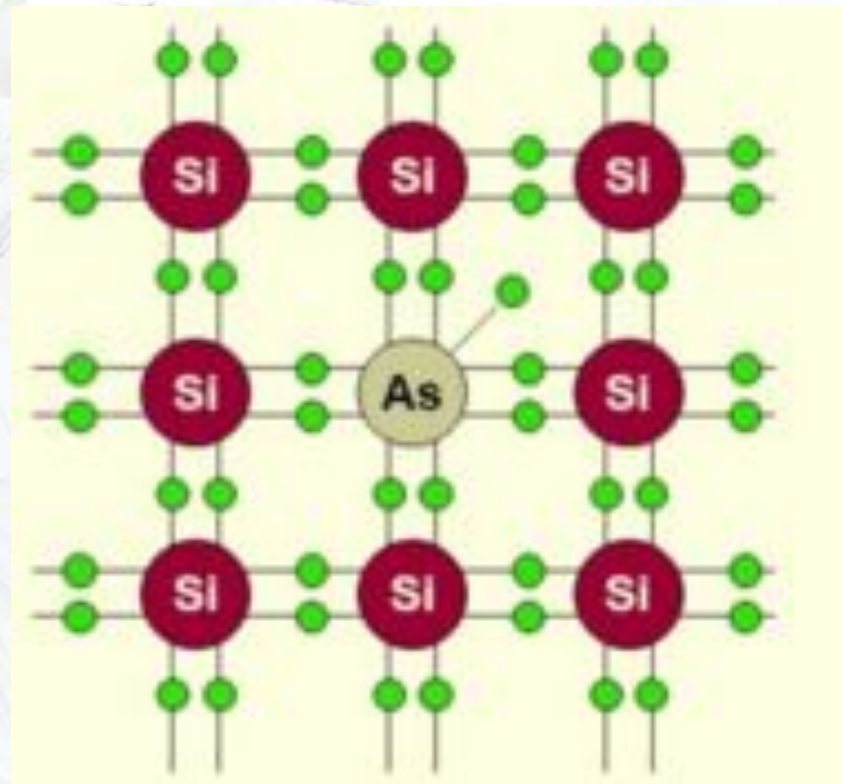


Примесная проводимость

Донорная (электронная) n-
типа (Si+As)

As имеет 5 e. Один не
участвует в
образовании
ковалентной связи-
свободный e

$$N_- \gg N_+$$

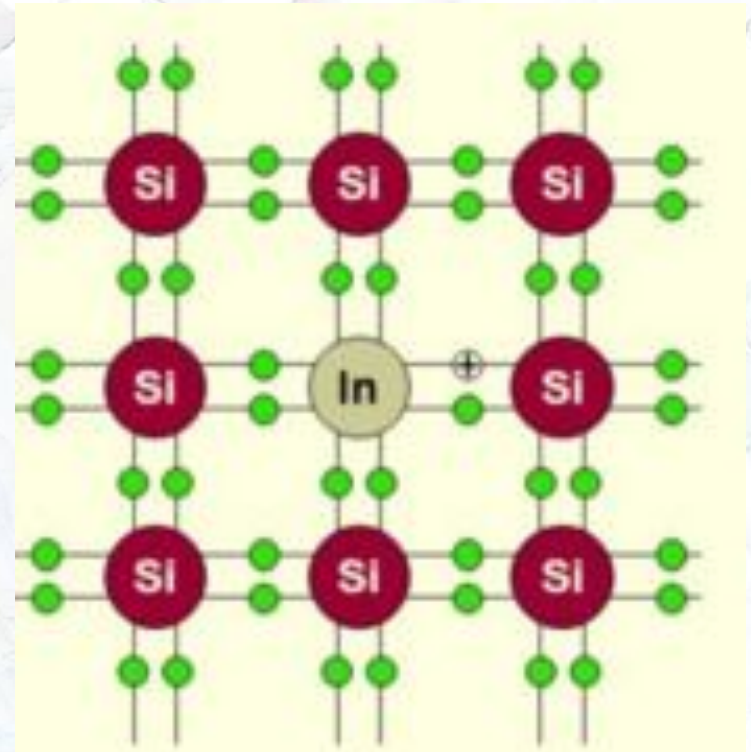


Акцепторная проводимость

Акцепторная (дырочная) p-типа (Si+In)

In имеет 3 e. На месте одной из ковалентных связей образуется положительная «дырка». Один атом имеет одну «дырку»

$$N_+ \gg N_-$$



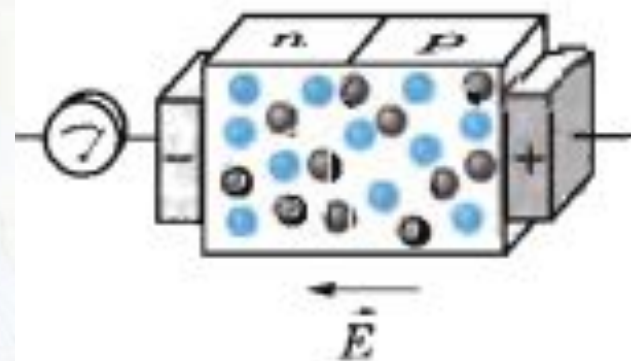
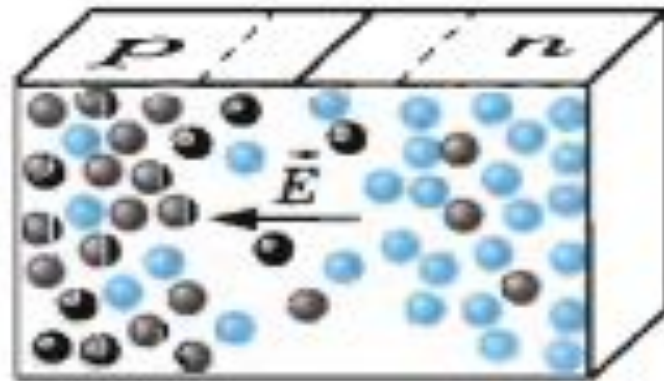
р-п переход

□ Диффузия электронов и «дырок»
- запирающий слой –
односторонней проводимостью:
 $d=10^{-7}$ м, $U=0,8$ В

□ Ток есть при подключении
р-типа к «+» источника, **п**-
типа к

«-» источника. Запирающий
слой уменьшается, $E_{и} > E_{з}$

□ При обратном подключении –
запирающий слой
увеличивается. Тока нет



Полупроводниковые приборы

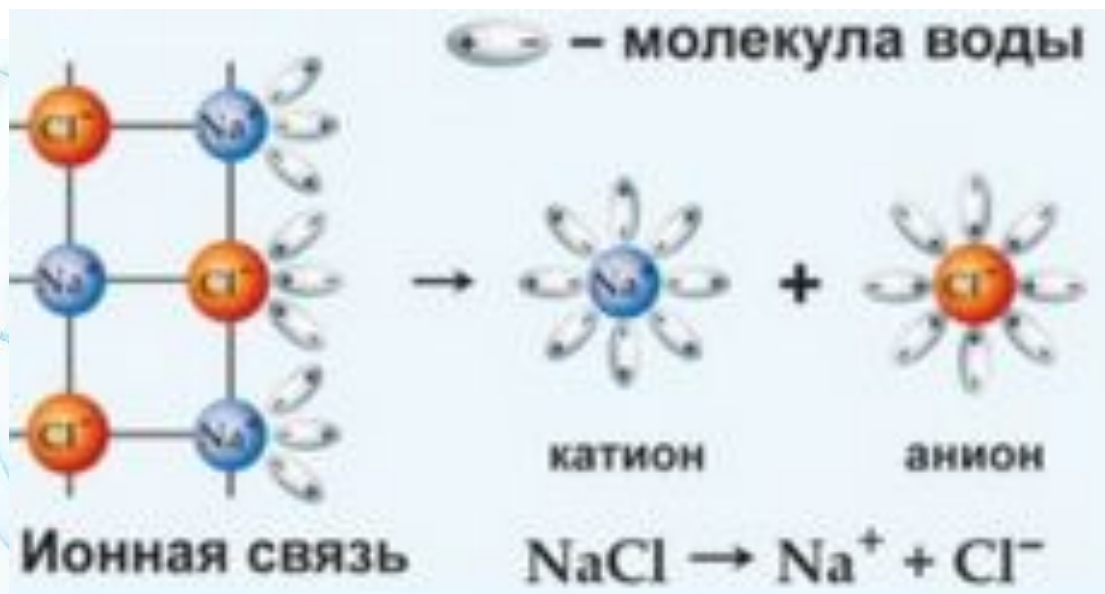
- Полупроводниковый диод
- Транзистор
- Терморезистор
- Фоторезистор



Электрический ток в жидкостях

❖ **Электролиты** – жидкие проводники, в которых подвижными носителями зарядов являются ионы.

Распад электролитов на ионы при их растворении под влиянием электрического поля, называется **электролитической диссоциацией**



Электрический ток в жидкостях

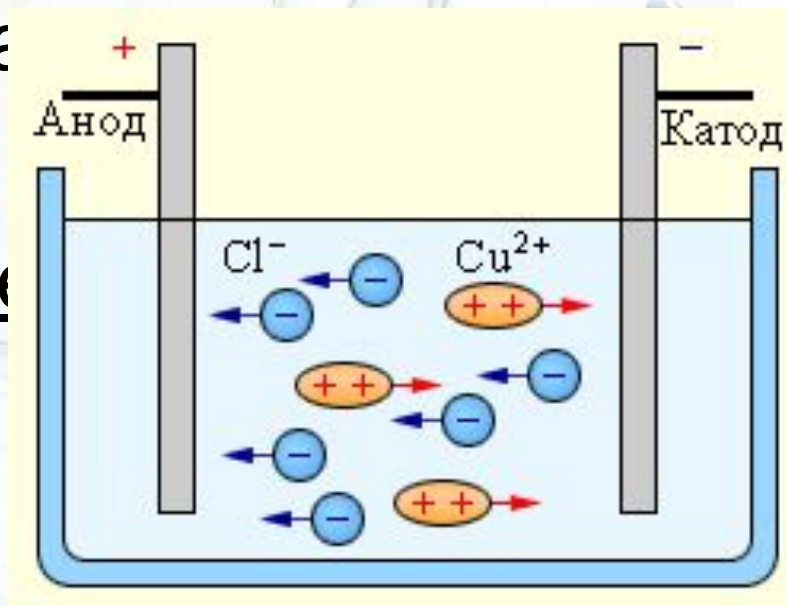
Электролиз – процесс выделения на электроде вещества, связанный с окислительно-восстановительными реакциями

- ❖ от температуры;
- ❖ от концентрации раствора
- ❖ от рода раствора

Закон электролиза Фарадея

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

k- электрохимический эквивалент



Электрический ток в жидкостях

Применение электролиза:

- Определение заряда электрона;
- Гальваностегия – никелирование, серебрение;
- Гальванопластика;
- Электронатирание;
- Кислород и водород в промышленности;
- Очистка металлов;
- Электрополировка

Электрический ток в газах

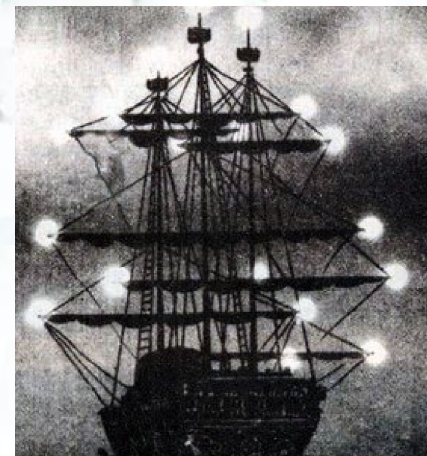
Газ - при обычных условиях – диэлектрик.

Воздух: линии электропередач, в обкладках конденсаторов, в контактах выключателей

Газ – при определенных условиях-проводник

Молния, электрическая дуга, плазма

Процесс протекания тока через газ
называется газовым разрядом



Электрический ток в газах

Ионизация газов

- Высокая температура
- Ультрафиолетовое излучение
- Рентгеновское излучение
- α -лучи и т.д.



Ионизация осуществляется при условии

$$\frac{mv^2}{2} = eEl.$$

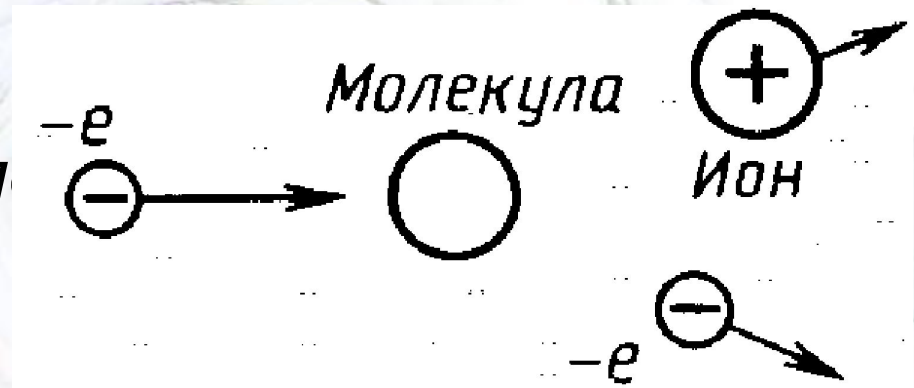
$$\frac{mv^2}{2} \geq A_i,$$

Рекомбинация обратна ионизации

В газах электронно-ионная проводимость

Несамостоятельный и самостоятельный разряды

Ионизация осуществля



Рекомбинация обратна ионизации

$$\frac{mv^2}{2} = eEl.$$

$$\frac{mv^2}{2} \geq A_i.$$

В газах электронно-ионная проводимость

Различные типы самостоятельного разряда

Тип разряда	Вид	Условие возникновения	Применение-проявление
Тлеющий		Между двумя электродами, низкое p , $U \approx$ несколько сотен Вольт	Газосветные трубки, неоновые лампы, лампы дневного света, ртутные лампы низкого давления
Дуговой		Атмосферное p , $U \approx 50$ Вольт	Ртутные лампы высокого давления, дуговые лампы, электроплавильные печи, электролиз

Различные типы самостоятельного разряда

Тип разряда	Вид	Условие возникновения	Применение-проявление
Коронный		Атмосферное $E=3 \cdot 10^6$ В/м	Линии электропередач, огни Эльма, ксерокс, лазерный принтер
Искровой		Близко к атмосферному $U \approx 30$ кВ, треск	Спектральный анализ, регистрация заряженных частиц, молния

Плазма

Частично или полностью ионизованный газ.

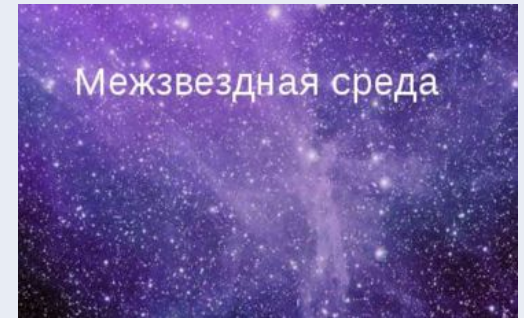
Наиболее распространенное состояние вещества в природе

Низкотемпературная

$T < 10^5 \text{ K}$

Ионосфера Земли

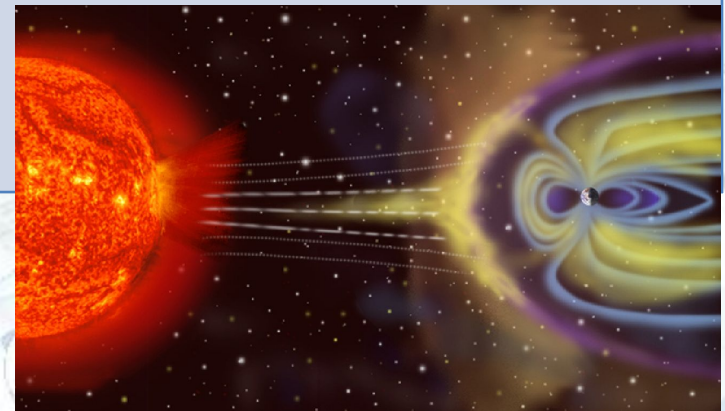
Межзвездная среда



Высокотемпературная

$T > 10^5 \text{ K}$

Пламя костра, звезды, кварцевые лампы



Электрический ток в вакууме

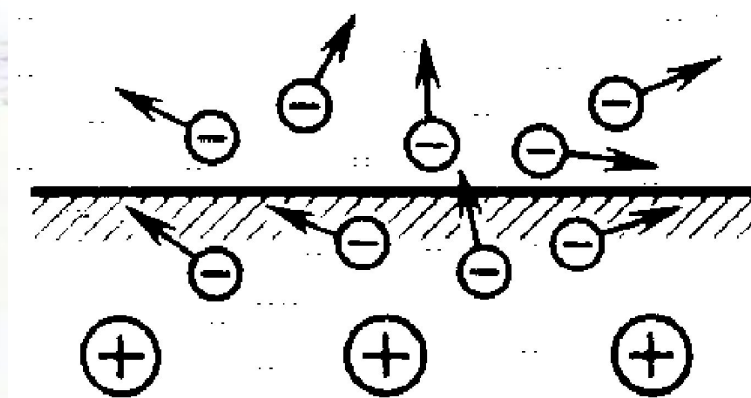
Термоэлектронная эмиссия –
*процесс испускания электронов
нагретыми металлами.*

Условие:

$E_k \geq E_{св}$ электронов

Зависит:

- *S* катода
- Температуры нагрева металла
- *Свойств вещества*



Электровакуумный диод - двухэлектродная лампа

Устройство:

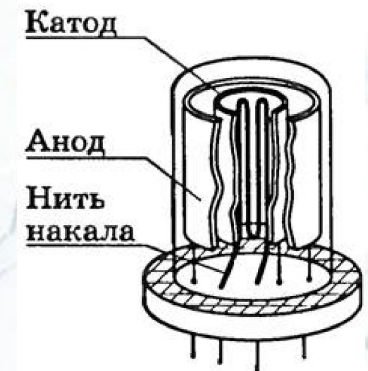
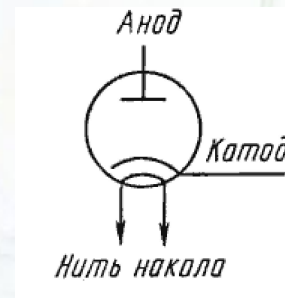
- Баллон,
- Вакуум – 10^{-6} мм.рт.ст.,
- Катод- «-» заряженный электрод,
- Анод – «+» заряженный электрод

Основное свойство:

- Выпрямление переменного тока

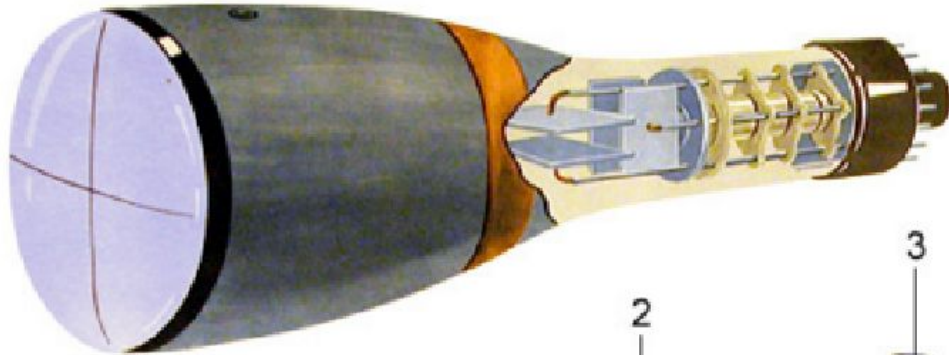
Свойства эл.пучков:

- Отклоняются в э/м поле
- Обладают кинетической энергией
- Свечение веществ, нагревание металла, рентгеновское излучение

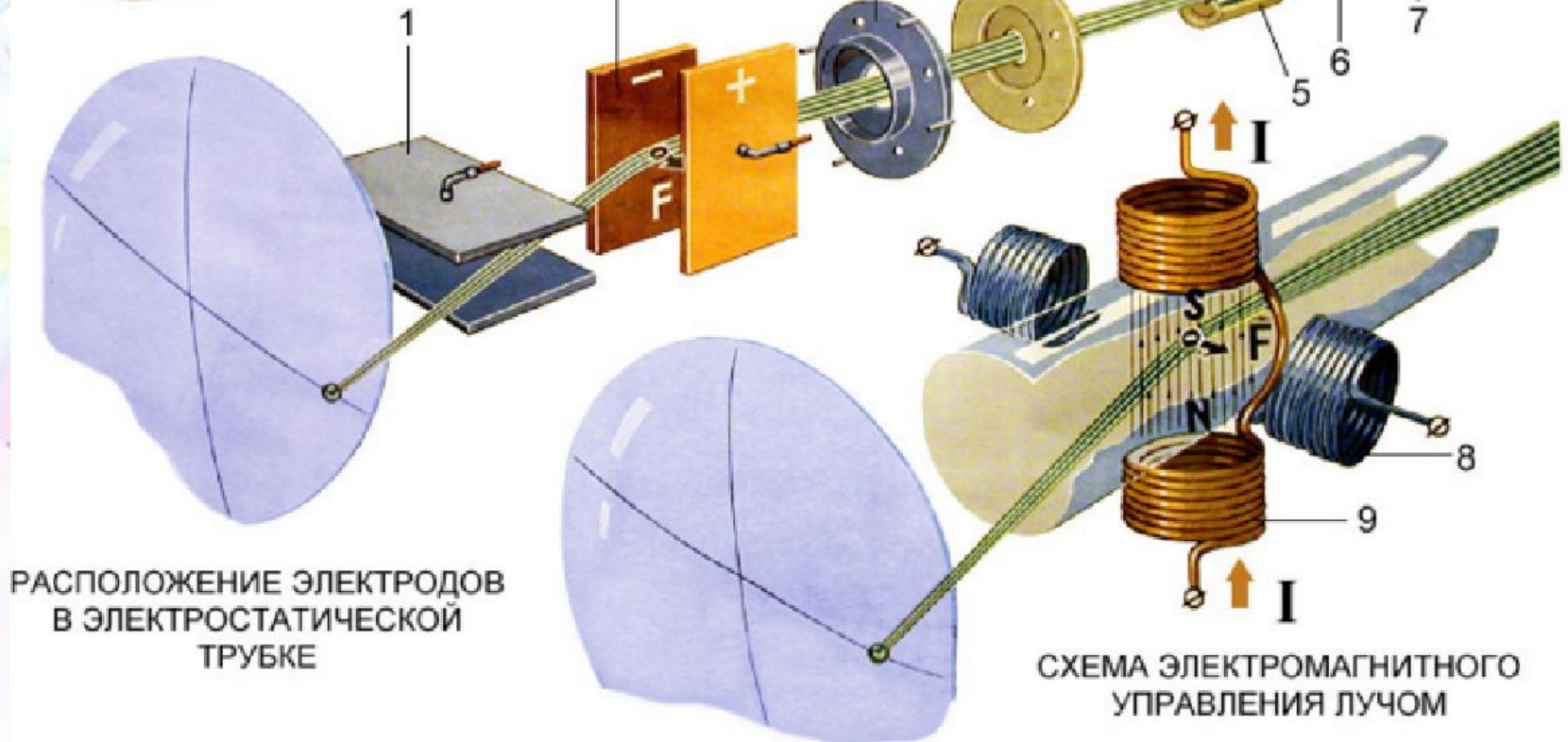


Электронно-лучевая трубка

ВНЕШНИЙ ВИД ТРУБКИ



1. Горизонтальные пластины
2. Вертикальные пластины
3. Второй анод
4. Первый анод (фиксирующий)
5. Управляющий цилиндр
6. Катод
7. Нить накала



РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОДОВ
В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ
ТРУБКЕ

СХЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО
УПРАВЛЕНИЯ ЛУЧОМ