

8 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В РАЗЛИЧНЫХ СРЕДАХ

I. ТОК В МЕТАЛЛАХ

Металлы || вещества с кристаллической решеткой. Валентные электроны могут свободно перемещаться в пределах тела — свободные заряды

Проводимость — электронная (ток — движение электронов)

Сопротивление металлов обусловлено дефектами решетки и тепловыми колебаниями ионов. Возрастает при нагревании металлов ($R \sim t^\circ$).

Ток в металлах подчиняется **закону Ома**

Особенности:

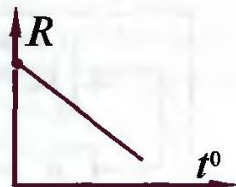
1. При прохождении электрического тока через металлы нет переноса вещества
2. Явление сверхпроводимости (при низких T)

II. ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ

Электролиты || вещества, растворы которых проводят электрический ток (растворы солей, кислот, щелочей)

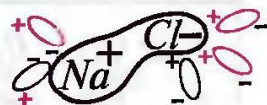
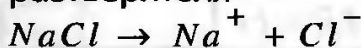
Проводимость — ионная (ток — движение ионов)

Сопротивление || при повышении температуры возрастает степень диссоциации, то есть возрастает концентрация ионов. Сила тока в электролите возрастает; сопротивление уменьшается



Электролитическая диссоциация

распад молекул вещества на ионы под действием растворителя



Электролиз

выделение вещества на электродах при прохождении через электролит тока



Закон электролиза (закон Фарадея)

Масса вещества (m), выделившегося на электроде за время (t) пропорциональна заряду (q), прошедшему через электролит

$$m = k \cdot q$$

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

$$m = m_0 N_i = \frac{\mu}{N_a} \cdot \frac{q}{q_i} = \frac{\mu \cdot I \cdot t}{N_A \cdot e \cdot n} = \left(\frac{1}{F} \cdot \frac{\mu}{n} \right) I \cdot t$$

$$k = \frac{1}{F} \frac{\mu}{n} \quad \text{— электрохимический эквивалент}$$

n — валентность вещества

$F = 96\,500$ Кл/моль
число Фарадея

III. ТОК В ВАКУУМЕ

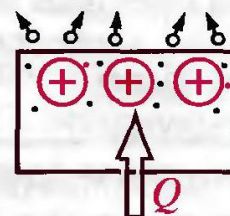
Вакуум — сильно разреженный газ, в котором длина свободного пробега частиц (расстояние, пройденное между столкновениями) больше размеров сосуда ($P \ll P_{атм}$, $P \sim 10^{-13}$ мм рт. ст.)

Проводимость — электронная (ток — движение электронов)

Сопротивление — практически отсутствует ($R \rightarrow 0$)

Термоэлектронная эмиссия

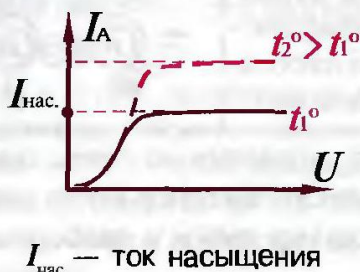
явление вылета свободных электронов с поверхности нагретых тел



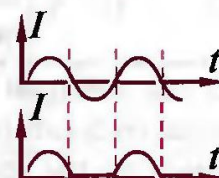
Условие вылета электрона: $E_{к(э)} \geq A_{выхода}$

$$E_{к(э)} = \frac{mV^2}{2} \text{ (зависит от } t^\circ\text{); } A_{вых} \text{ — зависит от свойств вещества}$$

Диод

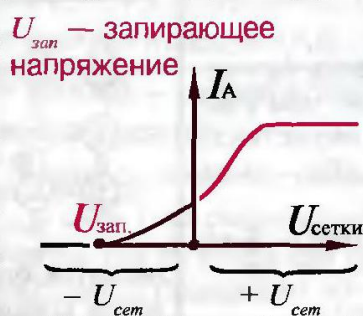
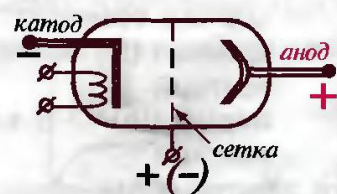


Обладает односторонней проводимостью



Применение: выпрямление переменного тока

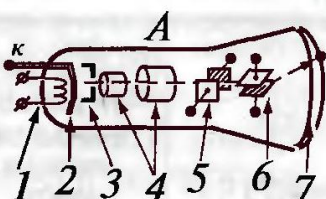
Триод



Триод применяется как усилитель колебаний и как выпрямитель

Электроннолучевая трубка

(осциллограф, телевизор, ЭВМ, радар)



1. нить накала
2. катод
3. модулятор электронного пучка
4. система анодов
5. горизонтально отклоняющие пластины
6. вертикально отклоняющие пластины
7. люминесцентный слой

при попадании на люминесцентный слой вызывает его свечение

IV. ТОК В ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Полупроводники

вещества с ковалентными связями, у которых электрическое сопротивление (число свободных зарядов) существенно зависит от температуры и освещения.

Проводимость — электронно-дырочная (ток — движение электронов и дырок)

Сопротивление

а) при повышении t° возрастает концентрация свободных зарядов → сопротивление падает



[терморезисторы]

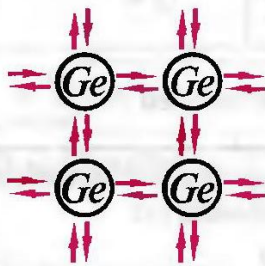
б) при освещении возрастает концентрация свободных зарядов → сопротивление падает



[фоторезисторы]

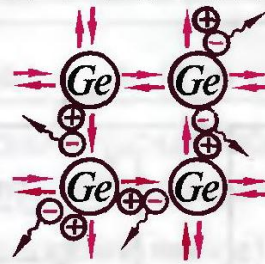
Собственная проводимость

это проводимость чистых полупроводников без примеси (кремний, германий)



$T = 0K$

Все валентные электроны осуществляют ковалентные связи (свободных зарядов нет)



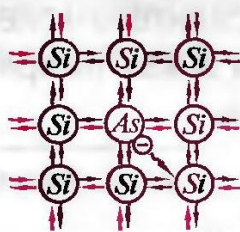
$T > 0K$

при повышении температуры часть валентных электронов рвет ковалентные связи (свободные заряды)

Место, где электрон разорвал ковалентную связь, имеет положительный заряд (+) и называется **дырка** (энергетически выгодное место для соседних электронов). **Передвижение** внутри полупроводника дырок и свободных электронов — **электрический ток**

Примесная проводимость

а) донорная примесь



валентность примеси больше, чем у основного вещества:
кремний (Si) — 4-валентный
мышьяк (As) — 5-валентный

один электрон в связи лишний

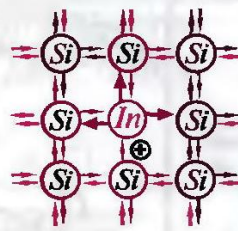
– основные носители заряда: **электроны**

– неосновные носители заряда: дырки

полупроводники **n-типа**

(**электронная проводимость**)

б) акцепторная примесь



валентность примеси меньше, чем у основного вещества:
кремний (Si) — 4-валентный
индий (In) — 3-валентный

нехватка одного электрона для образования ковалентной связи — **дырка**

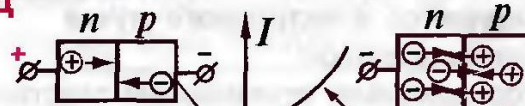
– основные носители заряда: **дырки**

– неосновные носители заряда: электроны

полупроводники **p-типа** (**дырочная**

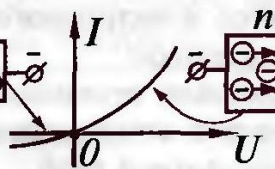
проводимость)

p-n-переход



односторонняя проводимость (диод)

обратный переход ($I \rightarrow 0$)
(неосновные носители q)



прямой переход ($I \uparrow$)
(основные носители q)

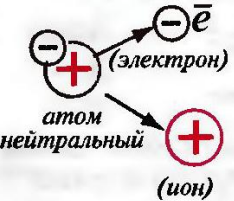
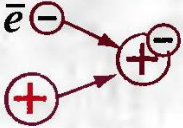
n-p-n (**p-n-p**) **переход**
(транзистор)
усиление электр. сигналов

V. ТОК В ГАЗАХ

Газ — это одно из состояний вещества, в котором его частицы движутся свободно, равномерно заполняя все доступное для них пространство

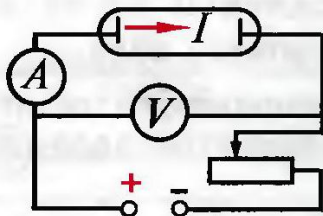
Проводимость — ионно-электронная (ток — движение ионов и электронов)

Сопротивление: Газы в нормальных условиях являются диэлектриками ($R \rightarrow \infty$). Носители электрического тока возникают только в результате **ионизации**

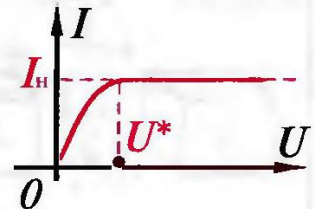
| | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Ионизация</p>  | <p>распад нейтрального атома на положительный ион и электрон под действием ионизатора (ультрафиолетовое, рентгеновское и радиоактивное излучения; нагрев)</p> | <p>рекомбинация</p>  <p>Если действие ионизатора прекращается, газ снова становится диэлектриком</p> | <p>соединение электрона с ионом в нейтральный атом</p> |
|---|--|--|--|

Газовый разряд — прохождение электрического тока через газ

Несамостоятельный газовый разряд — это разряд, существующий только под действием внешних ионизаторов



Газ в трубке ионизирован, на электроды подается напряжение (U) и в трубке возникает электрический ток (I). При увеличении U возрастает сила тока (I).

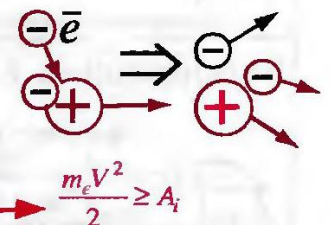


Когда все заряженные частицы, образующиеся за секунду, достигают за это время электродов (при некотором напряжении (U^*), ток достигает насыщения (I_n). Если действие ионизатора прекращается, то прекращается и разряд ($I = 0$).

Самостоятельный газовый разряд — разряд в газе, сохраняющийся после прекращения действия внешнего ионизатора



При некотором значении напряжения ($U_{\text{пробоя}}$) сила тока снова возрастает. Ионизатор уже не нужен для поддержания разряда. Происходит **ионизация электронным ударом**



Типы самостоятельного разряда

а) **тлеющий** — возникает при низких давлениях (в газосветных трубках и газовых лазерах)

б) **искровой** — при $P = P_{\text{атм}}$ и при больших \vec{E} электр. поля (молния, пробой диэлектрика)

в) **дуговой** — возникает между близко сдвинутыми электродами (сварка; дуговые лампы)

г) **коронный** — возникает при высоком давлении в резко неоднородном поле с большой кривизной поверхности (острие) (огни святого Эльма)