

§ 10.4. Понятие о других эмиссионных явлениях

1. Энергию, необходимую электронам для выхода из металла, можно сообщить им не только нагреванием металла, но и другими способами. В зависимости от того, каким способом электронам сообщается эта энергия, различают автоэлектронную, фотоэлектронную и вторичную электронную эмиссии.

Автоэлектронной или **холодной эмиссией** называется вырывание электронов из металла электрическим полем. Она может происходить и при невысоких температурах, причем температура металла в процессе холодной эмиссии практически не изменяется. В результате действия на металл поля с напряженностью E электрону может быть сообщена энергия, необходимая для преодоления контактной разности потенциалов на границе металла с окружающей средой. Предположим, что поверхностный скачок потенциала (см. § 10.1) происходит на расстоянии $l = 10^{-8}$ см и работа выхода $A = 1$ эВ. Если поле однородно, то работу выхода по формуле (10.1) можно записать так:

$$A = e\Delta\varphi = eEl.$$

Следовательно, минимальная напряженность поля, которое может вырвать электрон из металла,

$$E = \frac{A}{el} = \frac{1 \text{ эВ}}{1,6 \cdot 10^{-8} \text{ см}} = 10^8 \text{ В/см.}$$

В действительности, как показывают опыты, электроны вырываются из металла электрическими полями, в сотни раз меньшими. Это находит свое истолкование в современной квантовой теории твердого тела. Однако объяснение этого явления выходит за рамки нашего курса. Укажем лишь, что автоэлектронная эмиссия связана с так называемым туннельным эффектом, который рассмотрен в т. III данного курса.

2. **Фотоэлектронной эмиссией** или **внешним фотоэффектом** называется явление вырывания электронов из вещества под действием света. Катоды электровакуумных приборов, испускающие электроны под действием света, называются **фотокатодами**. Основной характеристикой фотокатода служит его **квантовый выход**, равный отношению числа вылетевших из фотокатода электронов к числу фотонов, поглощенных фотокатодом.

В современных сложных фотокатодах работа выхода электрона уменьшена путем специальной обработки катода. Например, кислородно-цезиевые фотокатоды состоят из четырех слоев: серебра, окиси серебра и окиси цезия, на поверхности которой абсорбированы атомы цезия. Такие катоды обладают пониженной работой выхода и их чувствительность достигает $1/300$. В сурьмяно-цезиевых фотокатодах¹ чувствительность доходит до $1/4$.

¹ Химическое соединение сурьмы и цезия, на поверхности которого абсорбированы атомы цезия.

3. Если поверхность металла в вакууме бомбардируется электронами, ускоряемыми электрическим полем, то она сама становится источником электронов. Это явление называется **вторичной электронной эмиссией**. Вторичный электронный поток состоит частично из электронов, отраженных поверхностью, и частично из электронов, вырванных из металла.

Для некоторых чистых металлических поверхностей (ртуть, платина) число n_2 вторичных электронов в лучшем случае в 1,75—1,78 раза превышает число n_1 первичных электронов, энергия которых равна 700 эВ. Отношение $(n_2/n_1) = \delta$ называется **коэффициентом вторичной эмиссии**. У полупроводников и диэлектриков δ больше, чем у металлов. У этих веществ энергии первичных электронов, соответствующие максимуму δ , больше, чем у металлов.

Явление вторичной электронной эмиссии применяется в умножителях, служащих для многократного усиления слабых электронных токов. Начиная с 30-х годов различные типы электронных умножителей были созданы Л. А. Кубецким, П. В. Тимофеевым и др.

На рис. 10.11 изображена схема электронного умножителя. Электроны, возникающие на фотокатode K , направляются на катод вторичной эмиссии — эмиттер — KS_1 , имея энергию, соответствующую разности потенциалов между K и KS_1 . Число вторичных электронов, вырванных из катода KS_1 , в δ раз превышает число электронов, вышедших из катода K . Усиленный электронный поток направляется на эмиттер KS_2 . Процесс умножения потоков повторяется на катодах KS_3, \dots, KS_n . Если умножитель имеет n эмиттеров или n каскадов, то на последнем электроде — аноде, называемом **коллектором**, можно получить достаточно сильный электронный ток.

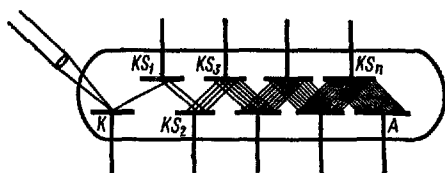


Рис. 10.11

Вопросы для повторения

1. Что называется работой выхода электрона из металла? Чем она обусловлена и от чего зависит?
2. Сформулируйте законы Вольты и на основании электронной теории выведите выражение для контактной разности потенциалов между двумя металлами.
3. Что называется термоэлектродвижущей силой и от чего она зависит?
4. Поясните физический смысл эффекта Пельтье.
5. В чем состоит явление термоэлектронной эмиссии? Объясните зависимость термоэлектронного тока от анодного напряжения.
6. Опишите принцип действия электронного осциллографа и принцип действия электронного умножителя.