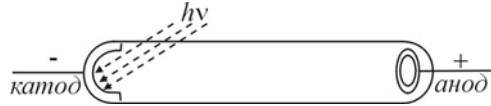


### 3. Фотоелектричен ефект

Откриването на фотоелектричния ефект доказва по убедителен начин прекъснатия характер на лъчистата енергия. Той е открит първо от Столетов и Халвекс. Неговата същност се състои в избиването на електрони от повърхности на метали при облъчването им с ултравиолетово лъчение. Същият ефект за алкалните метали има обикновената светлина. Това явление стои в основата на фотоелектричната клетка (фиг. 4), в която падащото лъчение поражда протичане на електричен ток в нея.



Фиг. 4. Фотоелектрична клетка

Количественото изследване на фотоелектричния ефект е проведено от Ленард, който установява, че електронната емисия от облъчена метална повърхност се възпрепятства от обратно насочено напрежение  $V$ . Стойността на това напрежение зависи от дължината на вълната на облъчващото лъчение, но не зависи от нейния интензитет. Ленард установява, че за всеки конкретен метал е налице една гранична честота ( $\nu_0$ ), след която започва емисията. Той извежда емпиричното уравнение

$$V = \text{const}(\nu - \nu_0). \quad (19)$$

Електронна емисия ще се наблюдава тогава, когато честотата на лъчението стане по-голяма от  $\nu_0$ , т.е.  $\nu > \nu_0$ . При това, колкото по-голяма е разликата  $\nu - \nu_0$ , толкова по-голямо трябва да бъде обратно насоченото напрежение, за да се възпрепятства електронната емисия от повърхността на метала. Произведението от напрежението  $V$  и заряда на електрона  $e$  представлява кинетичната енергия в следствие на фотоелектричен ефект електрони, т.е.  $\frac{1}{2}m\nu^2 = eV$ . Както виждаме, кинетичната енергия нараства линейно с честотата на лъчението.

Развитието на теорията на фотоелектричния ефект продължават с изследванията на Айнщайн, според който елементарни носители на енергията на светлината са фотоните. При попадането си на металната повърхност фотоните отдават своята енергия на електроните от металите, които са свързани за метала с определени сили. Енергията се разпределя така, че една част от нея отива за откъсване на електроните от атомите, а друга електроните получават като кинетична енергия. Един фотон избива един електрон, така уравн. (19) съгласно Айнщайн има вида

$$\frac{1}{2}m\nu^2 = eV = h(\nu - \nu_0) \quad (20)$$

или

$$h\nu = \frac{1}{2}m\nu^2 + A_0. \quad (21)$$

$A_0$  се нарича *отделителна работа на електрона*, която е различна за различните метални повърхности (зависи от силите, които свързват електроните за атомите). Тя представлява произведението  $h\nu_0$  и изразява енергията, необходима за откъсването на електрон от даден вид атоми. Това е причината да не започне фотоелектричен ефект с лъчение с честота по-малка от  $\nu_0$ . Интензитетът на лъчението е пропорционален на броя на фотоните и не влияе върху кинетичната енергия на електроните. Той определя само интензитета на фотоелектронната емисия. Уравн. (21) се нарича *фотоелектричен закон*, който експериментално бе потвърден от Мъликен. По него той определя стойността на константата на Планк  $h$ , която съвпада със стойността, полчена от законите за излъчването, разгледани в по-горната точка.

Фотоелектричният ефект е потвърждение за корпускулния характер на светлината. Още по-ярко доказателство за това е явлението, открито от Комптон, което представлява аналог на фотоелектричния ефект. При фотоэффекта цялата енергия на фотона се превръща в кинетична енергия на електрона, която се използва по-нататък за откъсването му от атома. При Комптоновия ефект фотонът отдава на електрона само малка част от енергията си и се превръща във фотон с по-малък квант енергия (по-ниска честота). Да допуснем, че фотонът притежава енергия  $h\nu_1$  преди удара си с електрона, а след това тя е  $h\nu_2$ . Тогава фотонът отдава на електрона енергия  $\Delta E$ , която представлява

$$\Delta E = h\nu_1 - h\nu_2. \quad (22)$$

Дължината на вълната на падащото лъчение се променя в зависимост от ъгъла на разсейване, тъй като е доказано, че причината за ефекта на Комптон е разсейването на светлина.

Възможен е и обратното превръщане на кинетичната енергия на електроните в лъчиста енергия (обратно на фотоелектричния ефект). Ако ускорени в електрично поле електрони се ударят в повърхност на метал те предизвикват емисия на вълни от рентгеновата област на спектъра. За ускоряването на електрони и пренасянето им од едни електрод на друг е необходимо задаване на високо напрежение  $V$  между електродите. При попадане върху металната повърхност електронът добива енергия  $\frac{1}{2}m\nu^2$ , където съгласно закона на Айнщайн

$$Ve = \frac{1}{2}m\nu^2 = h\nu. \quad (23)$$

С други думи, ако кинетичната енергия на всички ускорени електрони е една и съща би трябвало да възникне монохроматично лъчение с честота  $\nu$ . Този позход се използва в рентгеновите апарати за генериране на рентгенови лъчи.