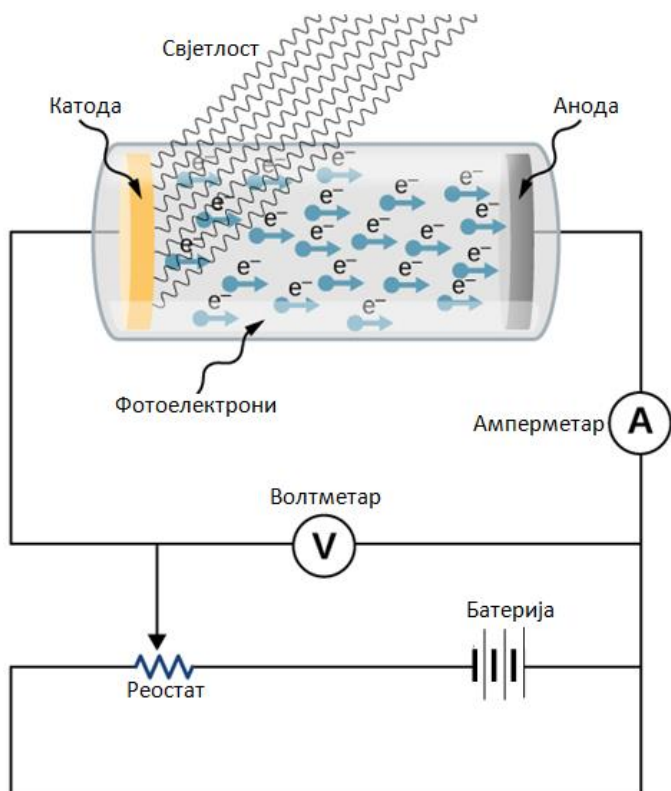
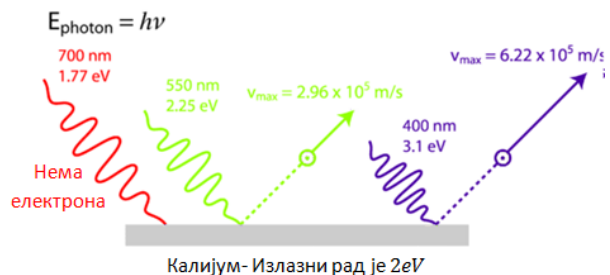


Фотоефекат

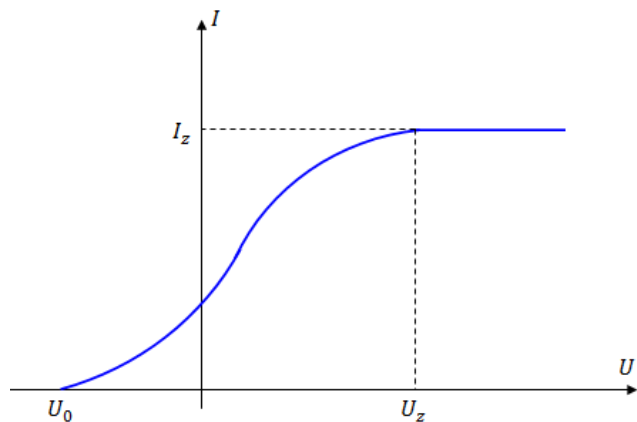
Фотоефекат (фотоелектрични ефекат) је појава избијања електрона из метала под утицајем свјетлости. Да би електрон напустио метал, он мора примити енергију како би могао извршити рад против електричне силе којом га привлаче јони кристалне решетке. Минимална енергија коју треба да прими електрон да би напустио површину метала зове се **излазни рад**.

Излазни рад је карактеристика датог метала. Пошто у металима постоје слободни и валентни електрони излазни рад је јако мала величина. Електрони избачени из метала се називају **фотоелектрони**.



За испитивање фотоефекта користи се струјно коло приказано на слици. Кључна компонента је катодна вакуумска цијев у којој се налазе двије електроде- катода, која има улогу мете и анода на коју се усмјеравају избијени фотоелектрони. Када се катода обасја помоћу свјетлости, из ње излијећу фотоелектрони. Напон можемо мијењати помоћу реостата, и он има улогу усмјеравања избијених фотоелектрона према аноди. Међутим, струја тече и када је напон негативан, што је и приказано на графику. Ово се објашњава на сљедећи начин-

фотоелектрони на изласку из катоде већ имају кинетичку енергију, па неки од њих имају довољну енергију да упркос одбојној електричној сили стигну до аноде.



Постоји напон при којем струја у потпуности престаје да тече и тај напон се назива **закочни напон** (U_0). При том напону кинетичка енергије електрона није довољна да савлада рад електричног поља, па фотоелектрони не стижу на аноду. При позитивним напонима извора, струја фотоелектрона расте. Међутим, постоји

граница која се назива **напон засићења** (U_z) - даљим повећањем напона извора струја фотоелектрона се не повећава. Када сви фотоелектрони, избачени са катоде, стижу на аноду кроз цијев тече струја засићења.

Проучавање фотоэффекта је довело до четири закључка:

- јачина струје засићења зависи од интензитета свјетлости;
- не постоји минималан интензитет свјетлости при којем се дешава фотоэффект, него постоји минимална фреквенција свјетлости;
- закочни напон не зависи од интензитета свјетлости, него од фреквенције;
- фотоэффект се дешава тренутно.

Од свих ових закључака, само први закључак се могао објаснити класичном теоријом. Остале три чињенице класична теорија није могла да објасни. Према класичној теорији свјетлост произвољне фреквенције, али довољног интензитета би требала да изазове фотоэффект. Такође, и закочни напон би на основу класичне теорије требао да зависи од интензитета свјетлости. Интензитет свјетлости нам говори о енергији коју



КВАНТНА ПРИРОДА ЕЛЕКТРОМАГНЕНТОГ ЗРАЧЕЊА *Максим Мичета*

добиају електрони у јединици времена, па би при већем интензитету свјетлости и заочни напон требао бити већи. Такође, на основу класичне теорије фотоефекат не би требао да се дешава тренутно. Електрон би требао да током времена прими довољну енергију, па тек онда да напусти метал.

Ове проблеме је ријешео Ајнштајн допуном Планкове хипотезе:

Електромагнетно зрачење се не само емитује него и преноси и апсорбује у квантима енергије.

Фотоефекат се помоћу Ајнштајнове хипотезе објашњава на сљедећи начин- електрон апсорбује један квант енергије, дио те енергије потроши на излазни рад, дио преда кристалној решеци, а преостали дио троши као кинетичку енергију када напусти метал. Дакле, Ајнштајнова једначина фотоефекта је:

$$h\nu = E_j + A_i + T$$

гдје је $h\nu$ енергија фотона, E_j енергија јонизације (енергија коју фотон преда електрону да би се ослободио привлачне силе језгра и напустио атом), A_i излазни рад, а T кинетичка енергија фотоелектрона. Енергија јонизације се често занемарује због тога што метали имају велики број слободних електрона.

Објаснимо сада наведене експерименталне закључке у вези фотоефекта:

- Већи интензитет свјетлости значи да више фотона падне на метал у јединици времена, па већи број електрона се емитује са површине метала. Због тога је и струја засићења већа.
- Постоји минимална фреквенција при којој долази до фотоефекта. Тада је фотоелектрон само избачен на површину метала, без предане кинетичке енергије:

$$h\nu_0 = A_i$$

$$\nu_0 = \frac{A_i}{h}$$



КВАНТНА ПРИРОДА ЕЛЕКТРОМАГНЕТНОГ ЗРАЧЕЊА *Максим Мичета*

Ова фреквенција се назива **црвена граница фотоэффекта**.

- Закочни напон је одређен максималном кинетичком енергијом фотоелектрона. Он настаје када је рад електричног поља једнак максималној кинетичкој енергији фотоелектрона:

$$eU_0 = T_{max}$$

а комбиновањем са Ајнштајновом једначином фотоэффекта добићемо:

$$U_0 = \frac{h}{e} \nu - \frac{A_i}{e}$$

- Фотоэффект је тренутан због тога што чим фотон падне на метал, електрон добије квант енергије и напушта метал.

Дакле, фотоэффект је једна од појава која потврђује да електромагнетно зрачење има квантну природу. Примјена фотоэффекта је широка. Најбитнија примјена су **фотоћелије**, које се користе као извори струје.