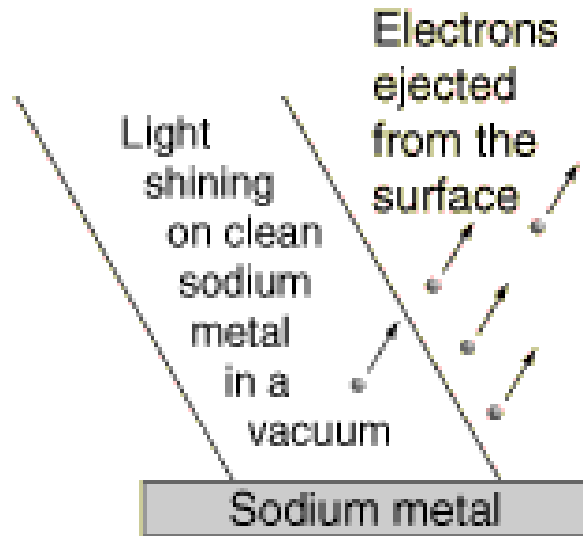


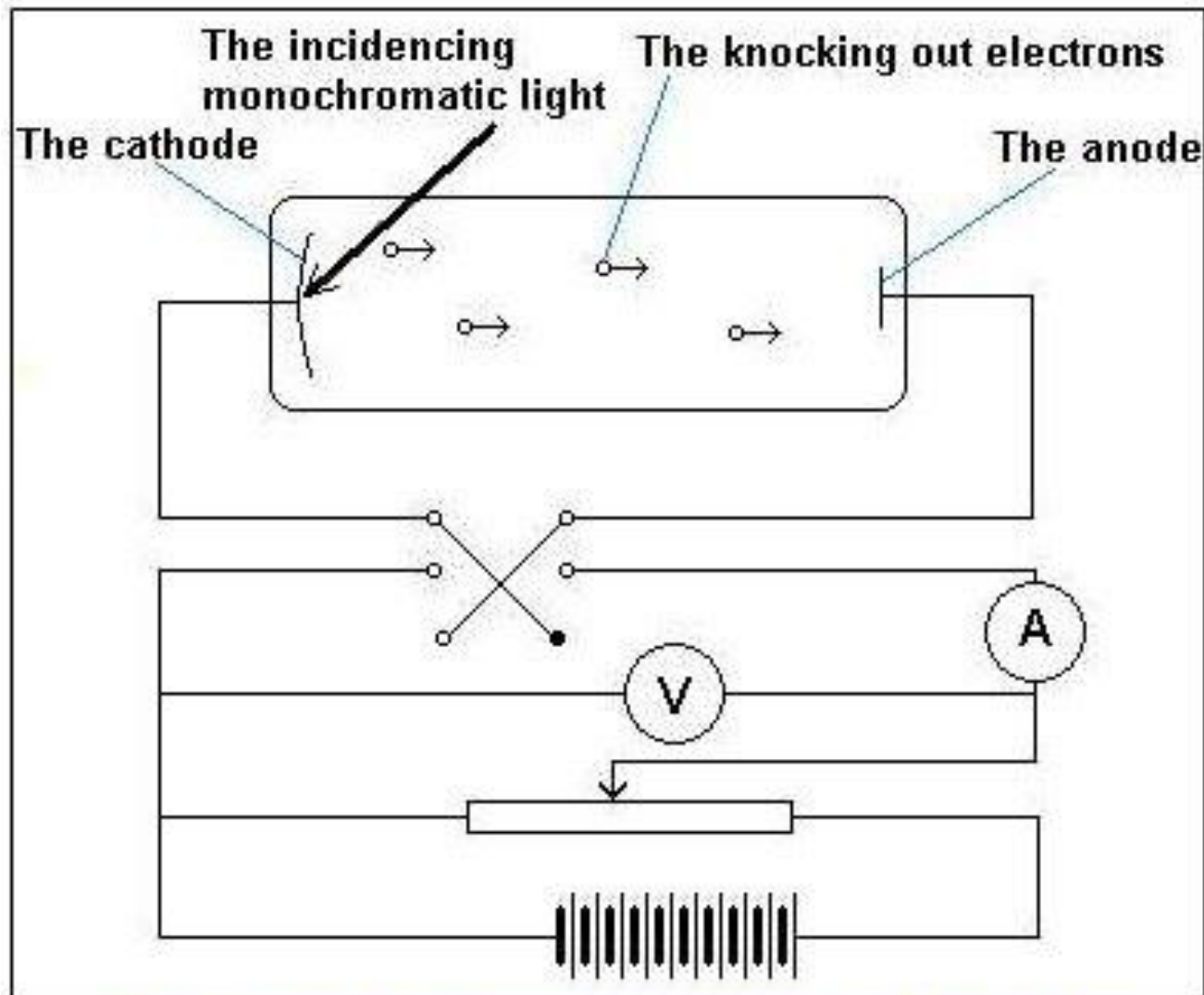
Fotoelektrični Efekt

- Pojava izbijanja elektrona iz metala pod djelovanjem elektromagnetskog zračenja (vanjski fotoelektrični efekt).
- Otkrio ga je Hertz 1887. prilikom izvođenja pokusa za dokazivanje postojanja elektromag. valova
- J. J. Thompson i P. Lenard 1899.: pri fotoefektu se izbacuju negativno nabijene čestice - elektroni
- Albert Einstein 1905. objašnjava fotoefekt primjenom Planckove hipoteze o kvantima energije; kvantizira elektromagnetsko polje, uvodi čestice svjetlosti kasnije nazvane **fotoni**
- preko pojave fotoefekta dokazao da svjetlost uz valna posjeduje i čestična svojstva (dualna priroda svjetlosti).

Fotoelektrični Efekt

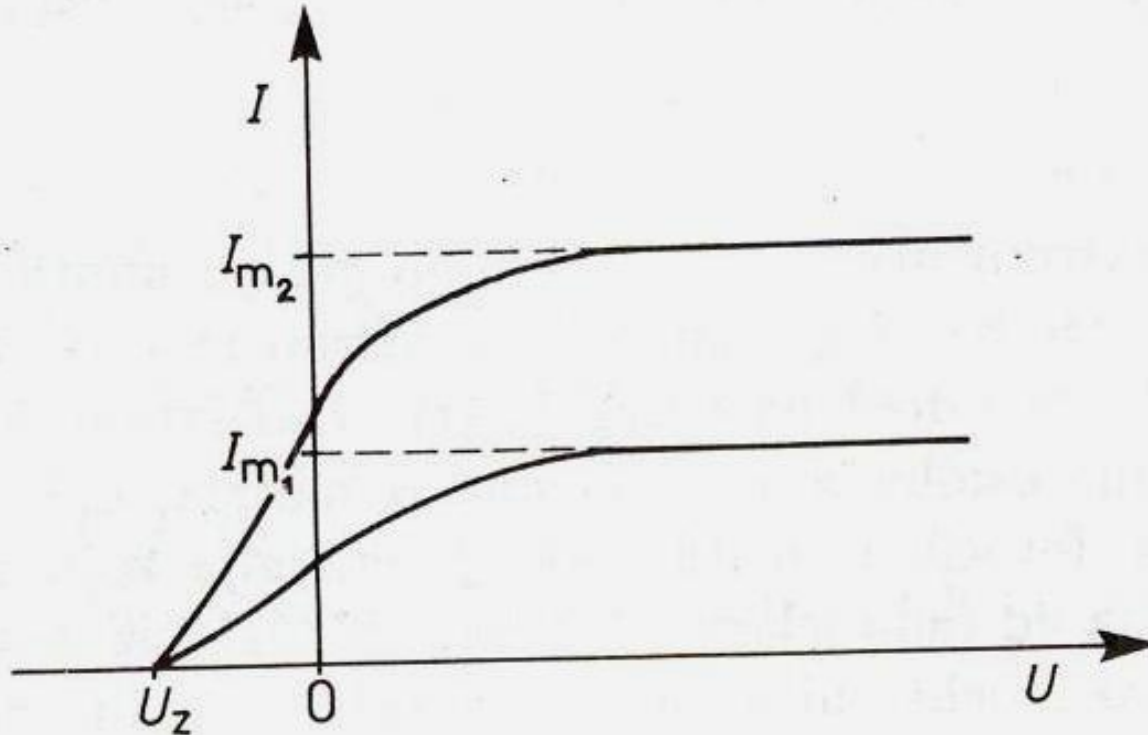


- Pri fotoelektričnom efektu uočene su sljedeće činjenice:
-
- 1. Porast intenziteta svjetlosti uzrokuje porast broja fotoelektrona, ali ne i porast njihove maksimalne kinetičke energije!
-
- 2. Crvena svjetlost ne uzrokuje izbacivanje elektrona, bez obzira na intenzitet!
-
- 3. Plavo svjetlo slabog intenziteta izbaciti će samo nekoliko elektrona, ali će njihova maksimalna kinetička energija biti veća od maksimalne kinetičke energije elektrona izbačenih pod utjecajem crvene svjetlosti velikog intenziteta!
- **Te karakteristike fotoelektričnog efekta su bile u kontradikciji s očekivanjima klasične fizike.**



The diagram for the experimental system for studying the photoelectric effect.

- **U-I** karakteristika je krivulja koja pokazuje ovisnost fotostruje o naponu:
- za konstantnu frekvenciju, ali za različiti intenzitet izvora elektromag zračenja koji uzrokuje fotoefekt



Slika 12.8. $U-I$ karakteristika

- Što je intenzitet svjetlosti veći, veći je broj emitiranih elektrona, pa je i fotostruja veća.
- Smanjivanjem napona smanjuje se i fotostruja. Kada napon padne na nulu fotostruja ne isčezne, što znači da fotoelektroni i dalje izlaze iz katode. Ako se na anodu priključi negativan napon, struja se smanjuje i pada na vrijednost nula pri tzv. naponu zaustavljanja U_z . Mjereći napon zaustavljanja određujemo maksimalnu brzinu i kinetičku energiju fotoelektrona:

$$\frac{mv_{\max}^2}{2} = eU_z$$

- Analiza podataka dobivenih fotoelektričnim efektom pokazala je da je energija izbačenih elektrona proporcionalna s frekvencijom upadne svjetlosti. Činjenica da je izbacivanje elektrona iz materijala neovisno o intenzitetu izvora elektromagnetskog zračenja ukazuje na to da se radi o interakciji dviju čestica. Jedna čestica (foton) predaje svu svoju energiju drugoj čestici (elektronu). To se dobro uklapalo s [Planckovom pretpostavkom](#) o diskretnoj vrijednosti energije :

- $$E = h\nu$$

- Einsteinova relacija koja opisuje fotoelektrični efekt:

$$h\nu = W_{izl} + \frac{mv_{\max}^2}{2}$$

- Einstein je objasnio fotoelektrični efekt 1905. korpuskularnom teorijom svjetlosti, **kvantizirajući elektromagnetsko polje**, a Millikan je 1914. eksperimentalno pokazao da postoji granična frekvencija ispod koje nema fotoefekta i na taj način potvrdio Einsteinovu teoriju.



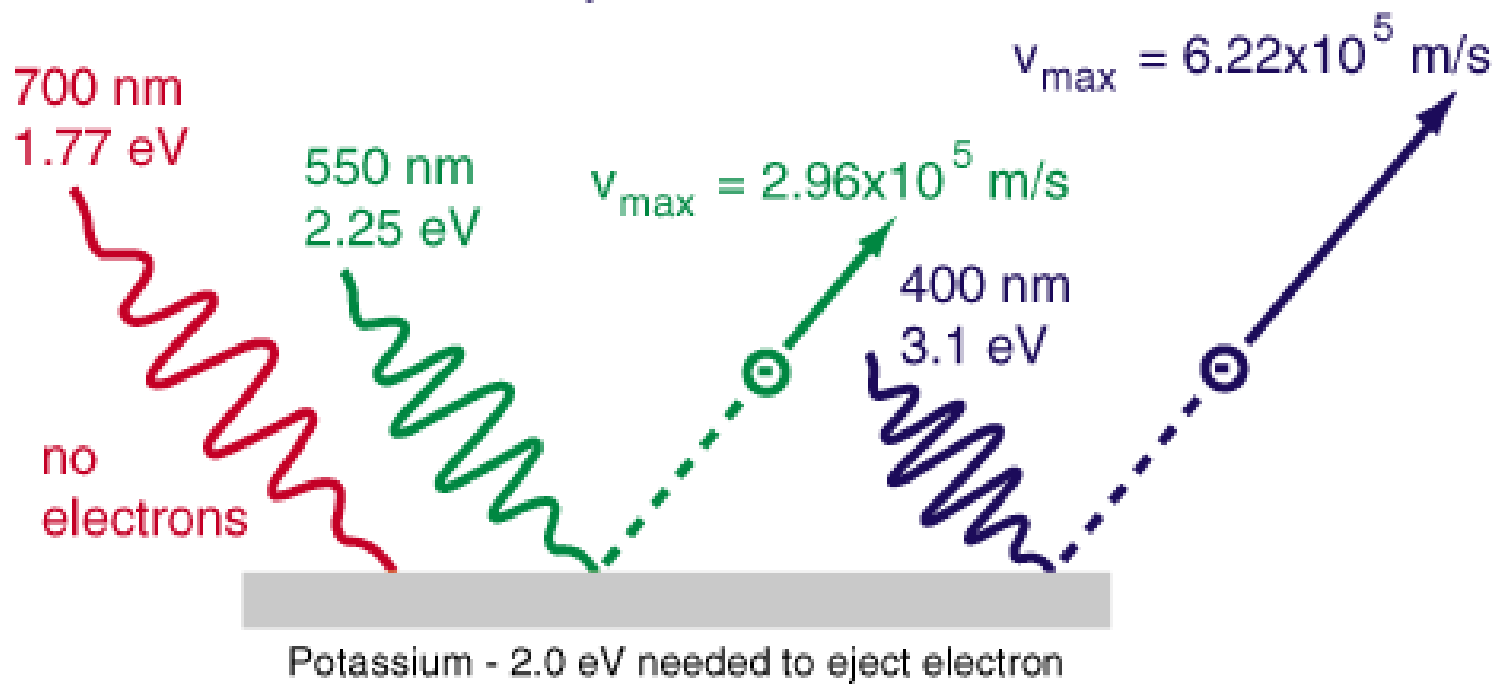
- Foton je čestica mase mirovanja nula, brzine u vakuumu (zraku) $c=300\ 000\ \text{km/s}$

$$E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{h\nu}{c^2}$$

- Količina gibanja čestice brzine v : $p=mv$
- Količina gibanja fotona ($v=c$): $p=mc$

$$p_{\text{fotona}} = mc = \frac{h\nu}{c^2} \cdot c = \frac{h\nu}{c} \Rightarrow p_{\text{fotona}} = \frac{h}{\lambda}$$

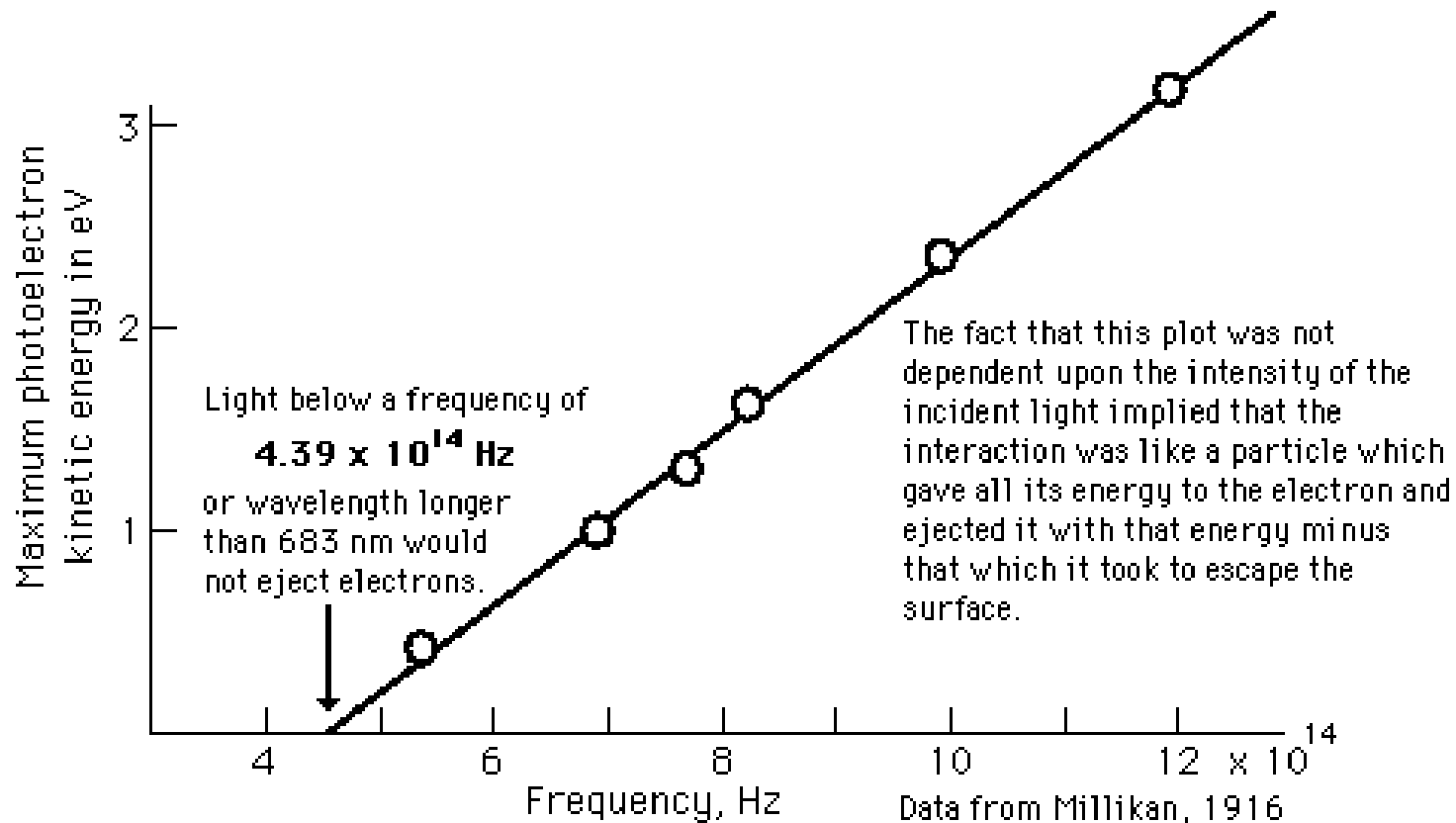
$$E_{\text{photon}} = h\nu$$



Photoelectric effect

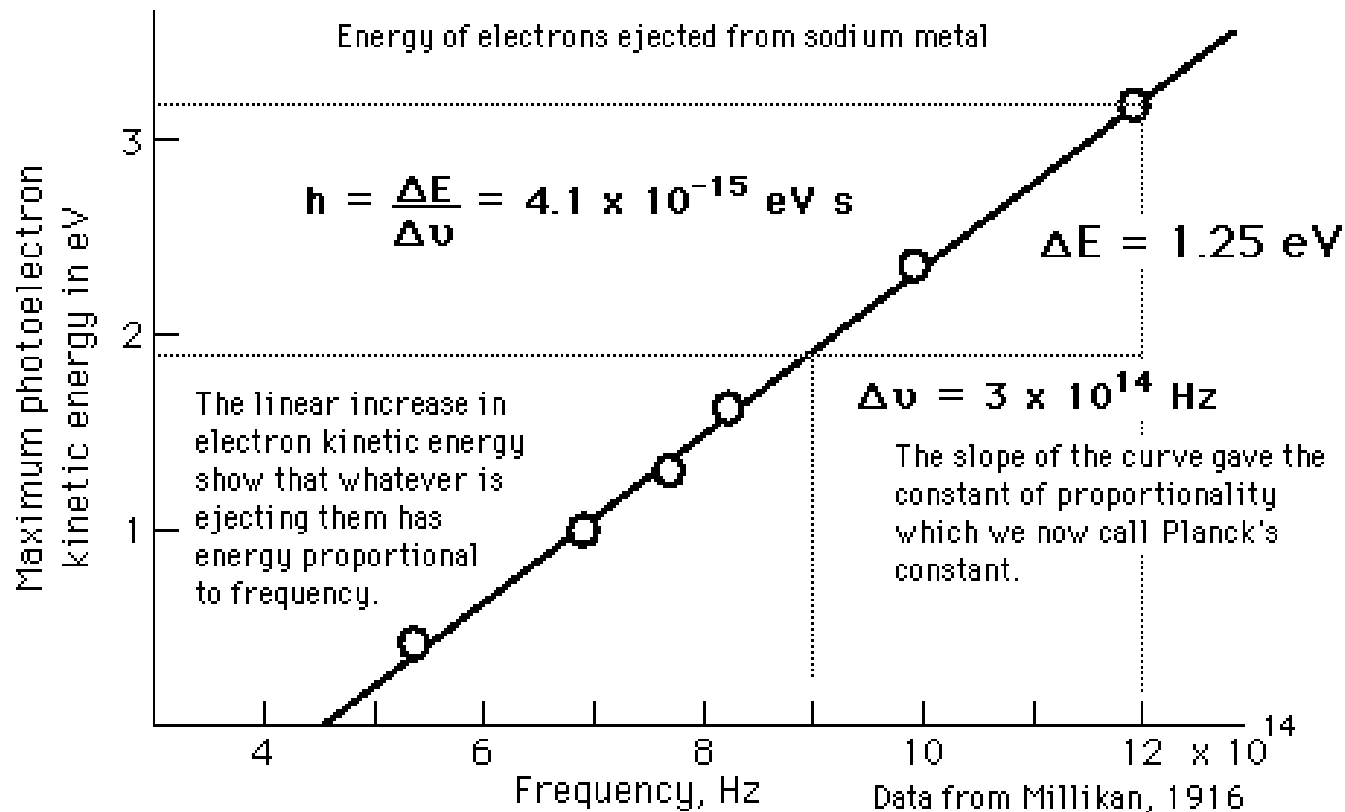
Fotoelektrični efekt

- Elektroni izbačeni s metalne natrijeve površine se mjere kao električna struja. Millikan je prvi pokazao da napon zaustavljanja, odnosno maksimalna kinetička energija ovisi samo o frekvenciji svjetlosti



- Minimalna energija $h\nu_{gr}$ potrebna za izbacivanje elektrona s površine zove se izlazni rad W_{izl} i ovisi o vrsti korištenog metala .

$$W_{izl} = h\nu_{gr}$$



$$eU_s = \frac{m_{\max}^2}{2} = \textit{konst} \cdot (\nu - \nu_{gr})$$

- Pojava da se zračenjem nekog metala povećava broj elektrona koji probijaju potencijalnu barijeru i izlijeću iz površine metala zove se vanjski fotoelektrični efekt.
- Pojava da se zračenjem nekih tvari (najčešće poluvodiči) oslobađaju elektroni iz valentne vrpce i prelaze u vodljivu vrpcu čime se povećava električna vodljivost te tvari zove se unutrašnji fotoelektrični efekt.
- Primjena: solarne ćelije, fotodiode, fotovodljivi materijali u fotokopirnim aparatima, digitalni fotoaparati

- Fotovodljivost je optička i električna pojava kada materijali kao što su poluvodiči (selen, germanij, silicij) postaju vodljivi zbog apsorpcije elektromagnetskog zračenja.
- Danas se često koriste organski fotovodljivi materijali (polimeri) u fotokopirnim uređajima (kserografija).