

Dvojna priroda tvari – fotoelektrični efekt

Fotoni i elektromagnetski valovi

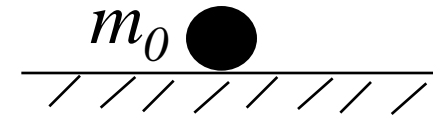
- Svjetlo ima dvojnju narav. Pokazuje svojstva i vala i čestice
 - odnosi se na sve elektromagnetsko zračenje
- Fotoelektrični efekt i Comptonovo raspršenje nude dokaze za čestičnu prirodu svjetlosti
 - kad svjetlost i materija interagiraju, svjetlost se ponaša kao da je sastavljena od čestica
- Interferencija i difrakcija nude dokaze valne prirode svjetlosti

Interakcije

- Materija i energija postoje u raznim oblicima, ali se one stalno transformiraju jedna u drugu u skladu sa zakonima fizike.
- Proces transformacije iz jednog oblika energije / materije u drugu energiju / materiju zovemo 'interakcija'.
- Fizika nastoji objasniti interakcije između njih.
- Prije nego što možemo proučavati osnove fizike interakcije materija-energija, moramo imati neke opće ideje kako razlikovati dva različita načina fizičkog postojanja: tvar (čestice) i valove.

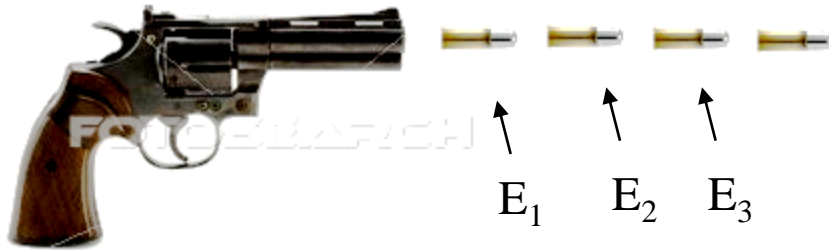
Tvar (čestice)

- Pretpostavite česticu s masom:

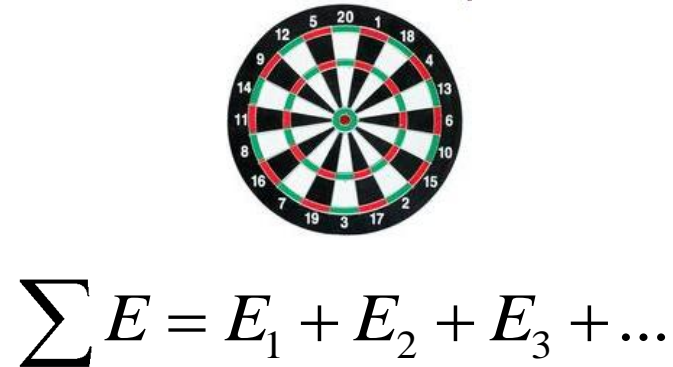


- čestica je po prirodi diskretna
- čestica može biti u potpunosti lokalizirana, može imati masu i električni naboj koji se mogu odrediti s beskonačnom preciznošću (barem načelno)
- isto vrijedi i za količinu gibanja čestice
- sve navedeno implicitno se pretpostavlja u Newtonovoj mehanici
- to je pak u suprotnosti s energijom koja postoji u valnim oblicima kojima čestičnost nije u prirodi

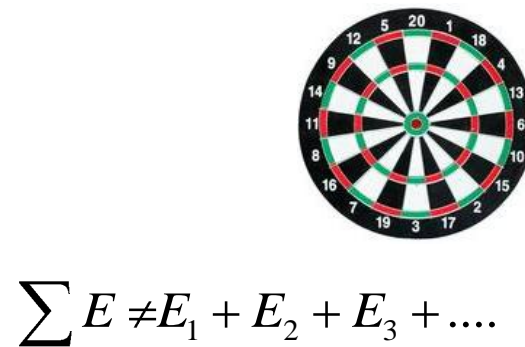
Energija u česticama je diskretna, odnosno ne širi se po cijelom prostoru



meci su “diskretni”



Voda iz cijevi nije diskretna već kontinuirana (analogna valu)



već

$$= \int \text{Tok materije} \cdot dS \cdot dt$$

- Energija čestica je koncentrirana unutar granica čestice (npr. u metku)
- To je u kontrastu s energijom vode iz cijevi, pri čemu se energija distribuira kontinuirano po cijelom prostoru

Primjeri “čestica”

- Primjer “čestica”: metak, biljarska kugla, vi i ja, zvijezde, Mjesec, Saturn, pijesak, itd. ...
- Atomi, elektroni, molekula (zar stvarno?)

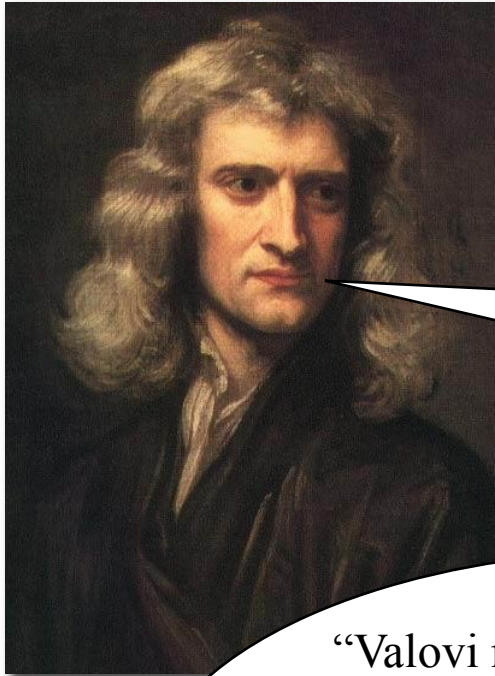
Što nije “čestica”?

- Valovi - elektromagnetsko zračenje, mehanički valovi i valovi materije (klasično se smatra da nemaju attribute čestica – npr. nisu lokalizirani ni u prostoru ni u vremenu)

Analogija

- Zamislite da je energija poput vode
- Čaša s vodom je kao čestica koja nosi neku energiju, a voda u šalici je energija sadržana u čestici.
- Voda se ne može naći izvan čaše, jer se sva nalazi u čaši. Energija čestica je diskretna u smislu da je sva unutar nosača koji je konačnog volumena.
- Nasuprot tome, voda koja nije sadržana ni u kakvom kontejneru (čaši) razlit će se po cijelom prostoru (kao što je voda u oceanu). To je slučaj energije nošene valom gdje energija nije koncentrirana u konačni volumen, već se širi kroz cijeli prostor

Što je svjetlo?



U kasnim 1600ima Newton je objasnio mnoga svojstva svjetlosti pretpostavljajući da se sastoji od čestica.

” Istina je, da pomoću moje teorije mogu raspravljati o čestičnoj prirodi svjetlosti, ali to činim bez apsolutne afirmativnosti... ”

“Valovi na površini vode, prolaze sa strane široke prepreke koja zaustavlja dio njih, nakon toga se savijaju i postepeno šire u mirnu vodu iza prepreke. Ali za svjetlo se zna da se nikada ne zakrivljuje iza prolaza, niti savija u sjenu”

1678 Christian Huygens je tvrdio da je svjetlost puls koji putuje kroz medij, ili, drugim riječima, val.



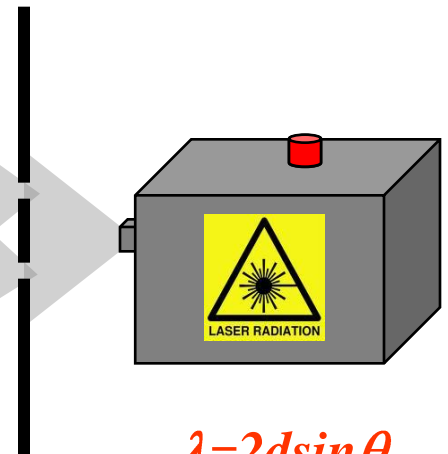
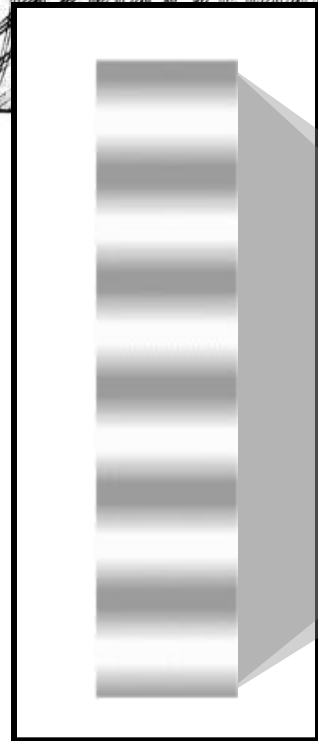
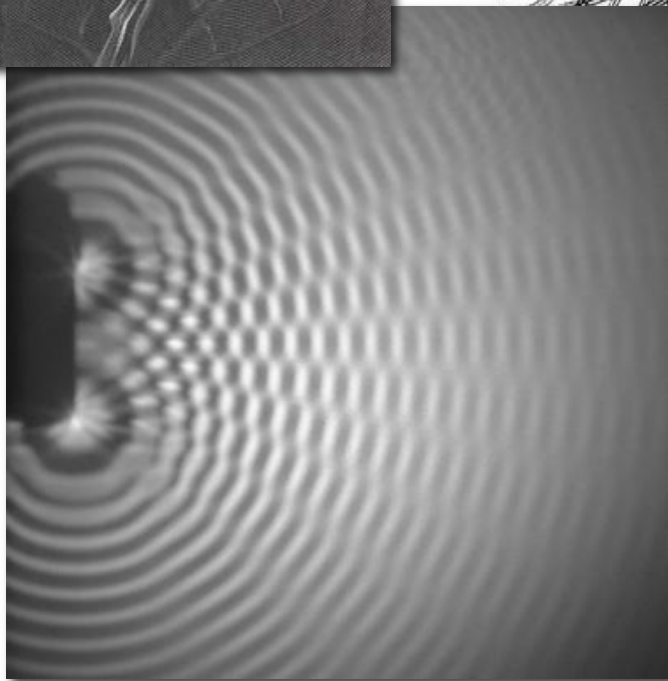
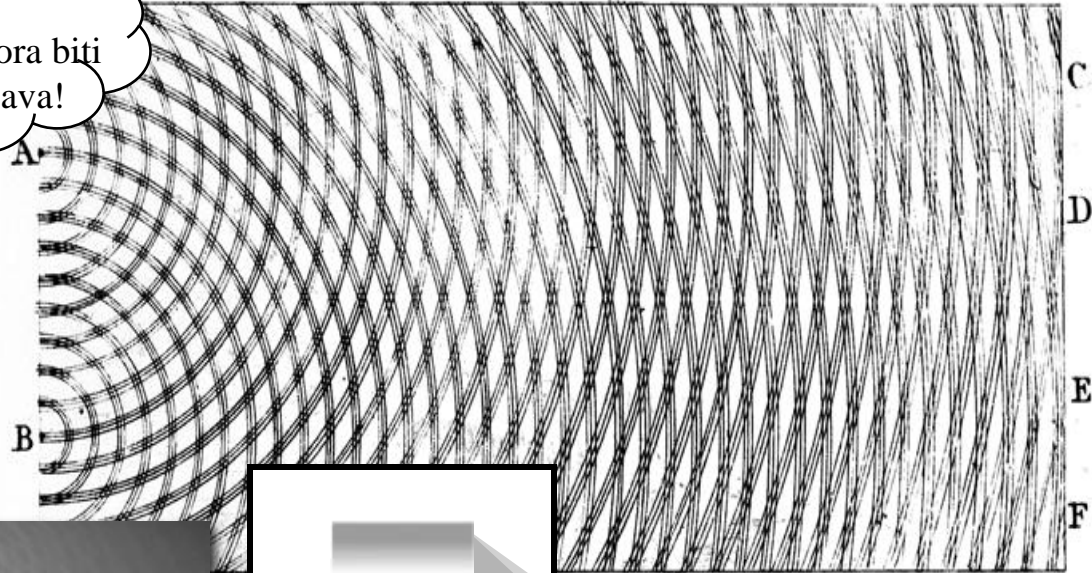
Ja razmišljam o valovima.

- Zbog Newtonovog ogromnog znanstvenog prestiža, njegova potpora čestičnoj teoriji svjetlosti dovela je do potiskivanja drugih gledišta. Newton nikad nije konkretno rekao da svjetlo mora biti čestična pojava, već je mnoge svjetlosne pojave opisao pridajući svjetlosti čestična svojstva, uključujući *lom* i *refleksiju*.
- On nije vidio dokaze za valna svojstva kao što su *interferencija* i *difrakcija*. To ga je navelo da se prikloni čestičnom opisu svjetlosti.
- Newtonova reputacija sprečava fizičare da ozbiljno razmatraju svjetlost kao valnu pojavu oko 100 godina. Čini se da je vrlo malo istraživanja učinjeno tijekom tog vremena da se zaista riješi problem.

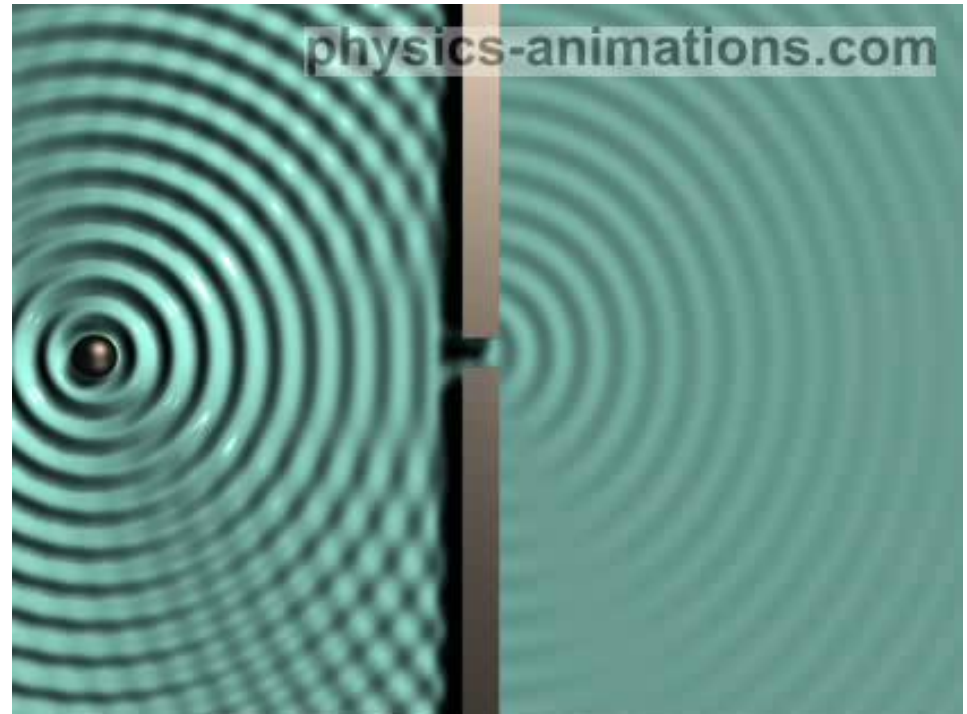
1803. **Thomas Young** u pokusu s dvije pukotine pokazao je da, slično kao valovi na vodi, svjetlost difraktira i generira interferentni uzorak.

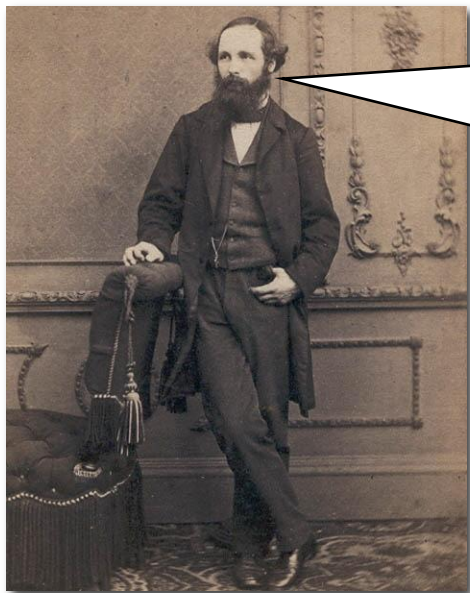


Svjetlost mora biti valna pojava!



- Young je prvo eksperimentirao s malom rupicom (pin hole) i sunčevom svjetlosti i vidio interferentne pruge.
- 1816. Fresnel je napisao članak promatrajući svjetlo kao valove i predvidio efekte kao što su difrakcija i interferencija. Bio je razočaran kad je čuo da je Young već izvijestio o ovim efektima.
- 1818. Francuska akademija organizira godišnje natjecanje u vezi s efektima difrakcije i interferencije u nadi da će dobiti uvjerljive dokaze za čestičnu teoriju. Kao odgovor na izazov Fresnel je pokazao da će sjena iza male sfere biti svijetla točka u njenoj sredini.
- Youngov originalni eksperiment s pukotinama je učinjen s dvostrukim rupicama. Skicu dobivanja interferentnog uzorka napravio je Young.





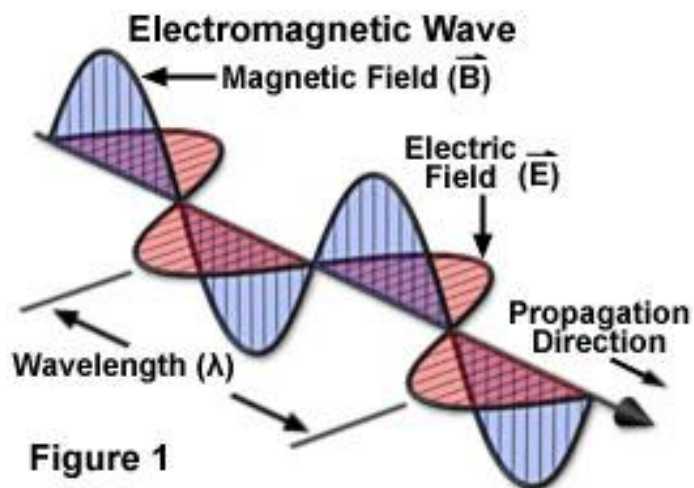
“...izgleda da imamo jaki razlog za zaključak da je svjetlost sama po sebi elektromagnetska smetnja te se u obliku valova propagira kroz elektromagnetsko polje prema elektromagnetskim zakonima.”

$$\nabla \times \mathbf{B} = \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

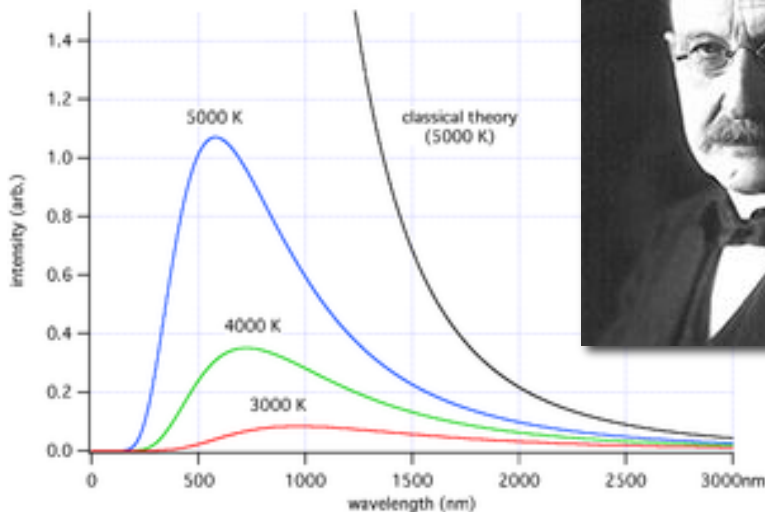
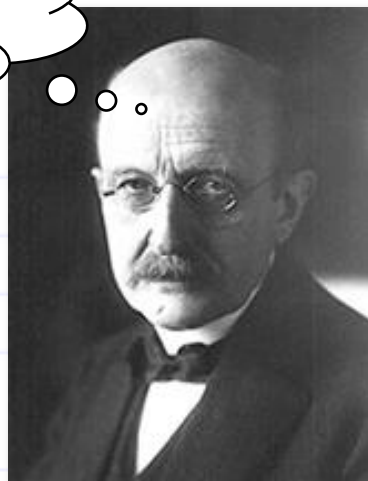
$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$



U 1860-ima je *Maxwell*, nastavljajući se na Faradayev rad, razvio matematički model elektromagnetizma. Pokazao je da ovi elektromagnetski valovi putuju brzinom svjetlosti.

- Ako je svjetlost val, što se to onda valovito giba (ponaša)?
- Godine 1845. *Faraday* je pokazao da se svjetlosti koja putuje kroz debeli komad stakla ravnina polarizacije zakreće prema magnetskom polju primijenjenom na staklo. To je uvjerilo Faradaya da je svjetlo nekako povezano s električnom i magnetizmom.
- Faradayu je nedostajala matematička vještina potrebna za razvoj njegove teorije silnica u matematičku teoriju elektromagnetskih valova.
- Maxwell je predstavio novu ideju da električno polje koje se mijenja u vremenu mora biti popraćeno magnetskim poljem. To nije samo struja u vodičima koje proizvode polja, već promjena električnog polja u bilo kojem mediju, uključujući i prazan prostor.
- Maxwell nije doživio da vidi eksperimentalnu provjeru svoje teorije (Hertz 1888.)

Ne sviđa mi se to!



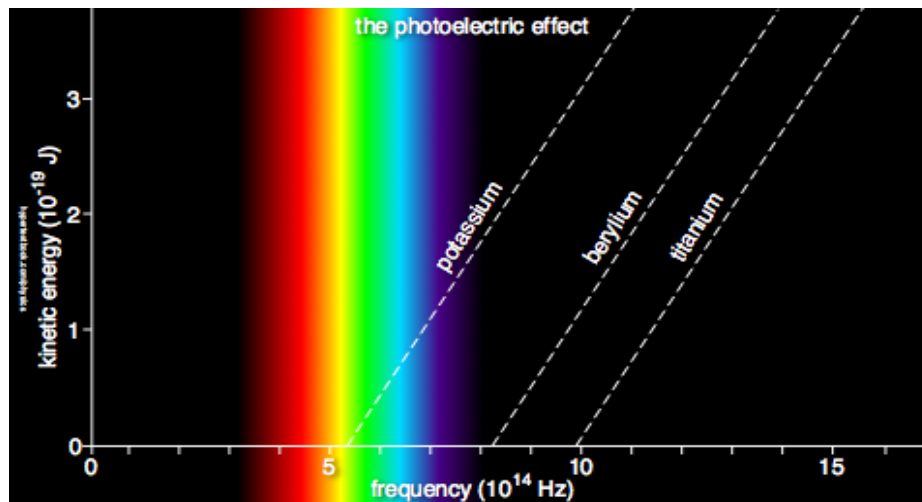
Početak 1900-tih *Max Planck* objasnio je spektar "crnog tijela" pretpostavljajući da je energija svjetlosti kvantizirana. Taj je kvant svjetlosne energije kasnije nazvan foton.

$$E = hf$$

$$E = hf + \phi$$

Taj kvant svjetlosne energije mi se čini kao čestica!

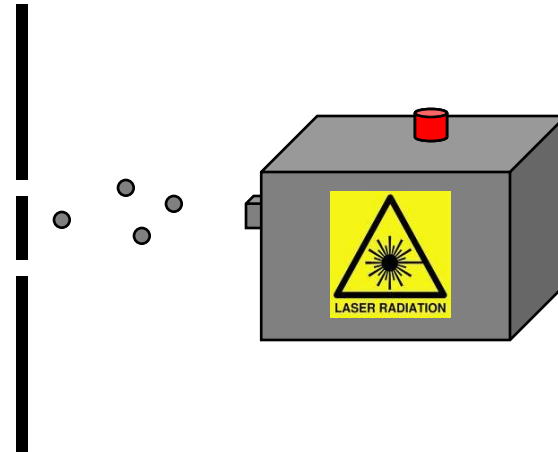
Nekoliko godina kasnije, u 1905, *Einstein* koristi Planckove ideje da objasni fotoelektrični efekt.



$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

- Godine 1900. Lord Rayleigh i James Jeans shvatili su, temeljem njihovog razumijevanja Maxwellovih jednadžbi, da bi svjetlosna energija u crnom tijelu trebala biti raspodijeljena jednako među svim valnim duljinama koje će stati unutar crnog tijela. Ova pretpostavka ih je vodila da predlože da je većina svjetla trebaju biti kratke valne dužine - dakle "ultraljubičasta katastrofa".
- Kako bi riješio problem Planck je napravio potez bez presedana (i ad hoc) pretpostavio da je energija valova vezana za frekvenciju, a ne njegovu amplitudu kao u klasičnoj teoriji. Također je kazao da se svjetlo emitira u paketima energije koje Gilbert Lewis, u 1926, naziva *foton*. Plancku se nikad nije svidjela cijela ideja. On je rekao, "Moji uzaludni pokušaji da podesim elementarnu kvantnu akciju nekako u klasičnu teoriju nastavili su se niz godina i koštale su me velikog truda."
- Hertz je 1887. otkrio fotoelektrični efekt. Pokazano je da energija emitiranog elektrona ne ovisi o intenzitetu svjetlosti, već o njenoj frekvenciji. Korištenjem Planckove ideje svjetlosnog kvanta Einstein je objasnio efekt, a kasnije je dobio i Nobelovu nagradu za svoj rad. Činilo se da će nas Einstein i Planck vratiti na razmišljanje o čestičnoj prirodi svjetlosti. Drugi primjer je Comptonovo raspršenje.

G.I. Taylor



Godine 1909. G.I. Taylor eksperimentirao je s vrlo slabim izvorima svjetlosti. Njegov rad, a i mnogi moderni eksperimenti, pokazuje da, iako samo jedan foton prolazi kroz dvostruku pukotinu, tijekom vremena dobiva se interferentni uzorak - jedna "čestica" u isto vrijeme. To nas dovodi do toga da prihvatimo činjenicu da, iako jedan foton nalijeće na dvostruku pukotinu, valna se svojstva još uvijek pojavljuju, ali se prikazuju na čestični način.

G.I. Taylor, jedan od najuglednijih fizičara ovog stoljeća, koristio je svoj dubok uvid i originalnost da bi povećao naše razumijevanje fenomena kao što su turbulentno strujanje fluida. Njegov interes za strujanje fluida nije bio ograničen samo na teoriju, bio je jedan od ranih pionira aeronautike, a projektirao je i novi tip sidra koji je bio inspiriran njegovom strasti za jedrenje.

Louis de Broglie

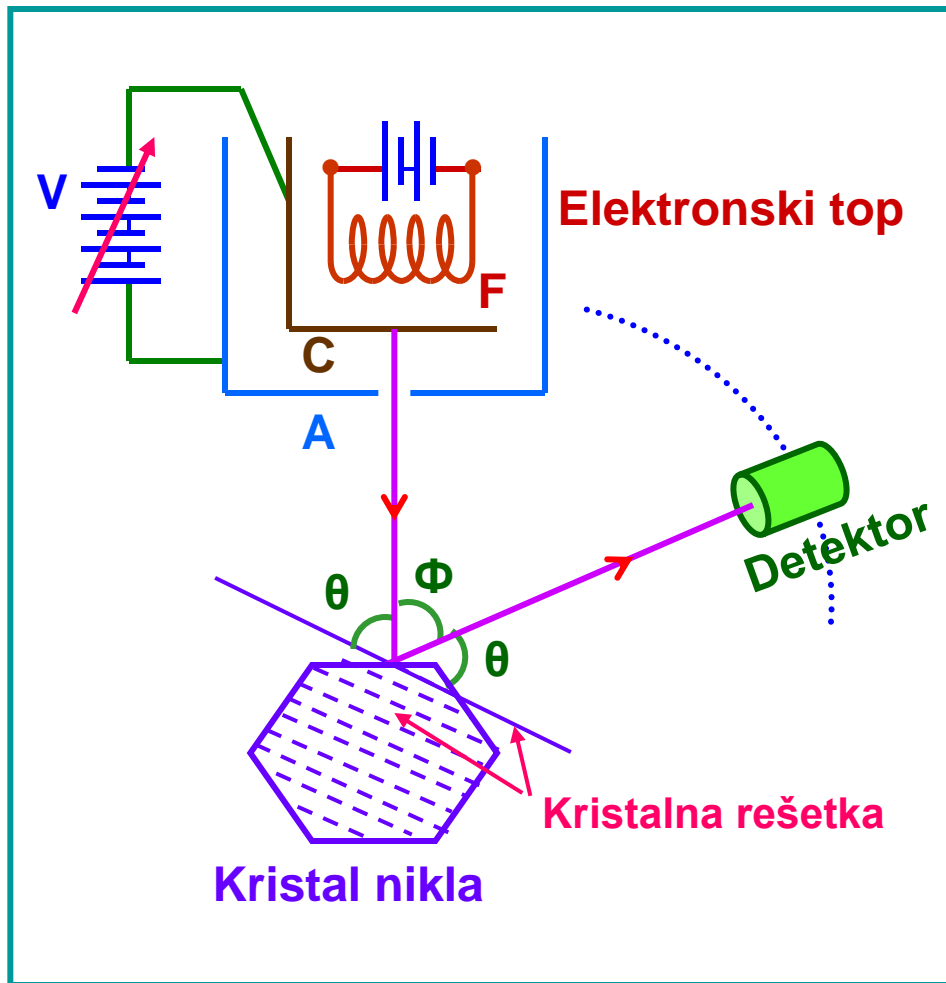
- 1892. – 1987.
- definirao je valnu prirodu elektrona
- Nobelova nagrada 1929.

Princ Louis de Broglie 1923. zaključio je da, ako se svjetlosni valovi mogu ponašati kao čestice, tada i čestice trebaju imati valnu duljinu.

“Čini se da je osnovna ideja kvantne teorije nemogućnost zamišljanja izoliranog kvanta energije, bez njegovog povezivanja s određenom frekvencijom.”



$$\lambda = h/p$$



$$n\lambda = 2d\sin\theta_n$$



Ubrzo nakon toga, eksperiment koji su napravili C.J. Davisson i L.H. Germer pokazao je da i elektroni mogu proizvesti interferentne uzorke poput onih dobivenih pomoću svjetlosti.

- Do 1920. pokazano je da kristali proizvode difrakcioni uzorak, ako ih obasjamo x-zrakama. 1923. de Brogliejeva ideja potvrđena je eksperimentima poput onoga Davissona i Germera koji bombardiraju kristal elektronima i dobivaju slične difrakcione uzorke. Pokazano je da eksperimenti poput Taylorova mogu biti učinjeni s elektronima te da će dati iste rezultate.
- Youngov eksperiment s dvije pukotine je prvi put 1961. (Claus Jonsson) napravljen s elektronima.

Valna svojstva čestica

- Godine 1924. Louis de Broglie pretpostavlja da , s obzirom na to da fotoni imaju karakteristike i vala i čestice, možda i svi oblici materije imaju oba svojstva
- Nadalje, može se odrediti frekvencija i valna duljina valova materije

de Brogliejeva valna dolžina i frekvencija

- de Brogliejeva valna dolžina čestice je

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m v}$$

- Frekvencija valova materije je

$$f = \frac{E}{h}$$

Zašto nam valna priroda materije nije vidljivija...?

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

Planckova konstanta je *tako mala* da ne vidimo valno ponašanje običnih predmeta - njihova de Broglie valna duljina može biti nekoliko redova veličine manja od veličine jezgre!

Foton:

Čestice svjetla se nazivaju kvanti svjetlosti ili fotonima. **Energija fotona** je

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$


gdje je h Planckova konstanta, f je frekvencija fotona ili zračenja, c brzina svjetlosti (EM val), a λ je valna duljina.

Svojstva fotona:

- i. Foton putuje brzinom svjetlosti u vakuumu c . (3×10^8 m/s)
- ii. Masa mirovanja m_0 je nula to jest foton ne može postojati u mirovanju

iii. Kinetička **masa fotona** je: $m = \frac{E}{c^2} = \frac{h}{c\lambda}$

iv. Količina gibanja fotona je: $p = \frac{E}{c} = \frac{h}{\lambda}$

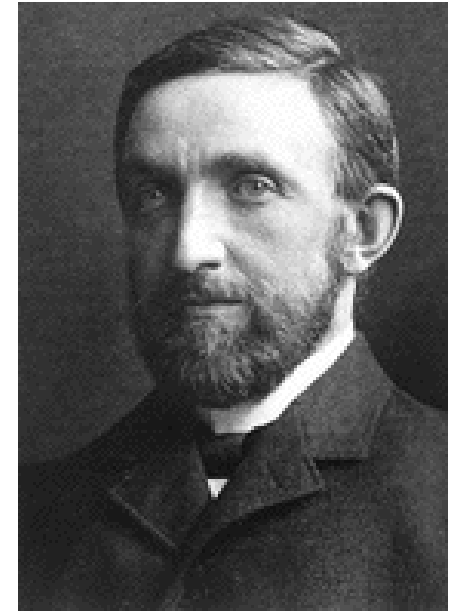
- v. Fotoni putuju po pravcu.
- vi. Energija fotona ovisi o frekvenciji fotona, tako da se energija fotona ne mijenja kada foton putuje iz jednog medija u drugi.
- vii. Valna duljina fotona mijenja se u različitim medijima,
 brzina fotona je različita u različitim medijima.
- viii. Fotoni su električki neutralni.
- ix. Fotoni mogu pokazivati difrakciju u datim uvjetima.
- x. Fotoni ne mogu skretati zbog magnetskih i električnih polja.

- Energija fotona je toliko mala da mi nismo ni svjesni kiše fotona koja padaju u naše oči - upravo kao što se ne može osjetiti utjecaj pojedinih molekula zraka, možemo osjetiti samo povjetarac.

Otkriće : Heinrich Hertz & Phillip Lenard



Povratak u 1887...

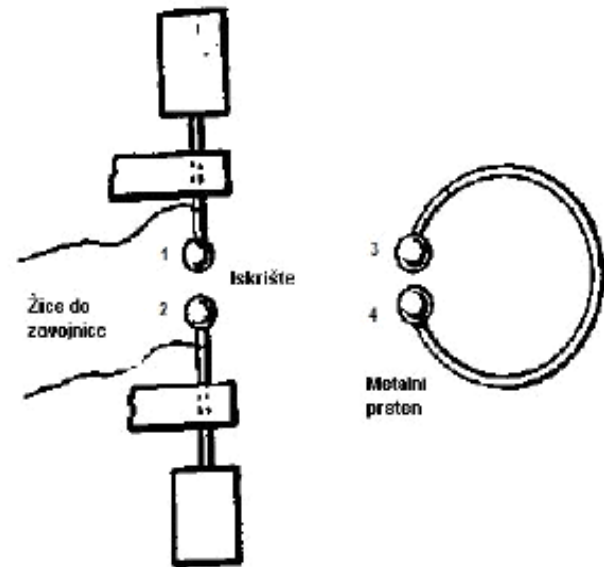


- Hertz objasnio Maxwellovu elektromagnetsku teoriju svjetlosti:
 - Pokazao da elektricitet može prenijeti pomoću elektromagnetskih valova.
 - Utvrdio da je svjetlo oblik elektromagnetskog zračenja.
 - Prvi koji je emitirao i primao te valove.

Hertzov pokus

- efekt je prvi put primijećen prilikom rada s generatorom s iskrištem ~ slučajno, naravno
- uređaj osvjetljen s ultraljubičastim svjetlom pokazivao je promjenu napona, pri kojemu se pojavljuju iskre između njegovih elektroda!

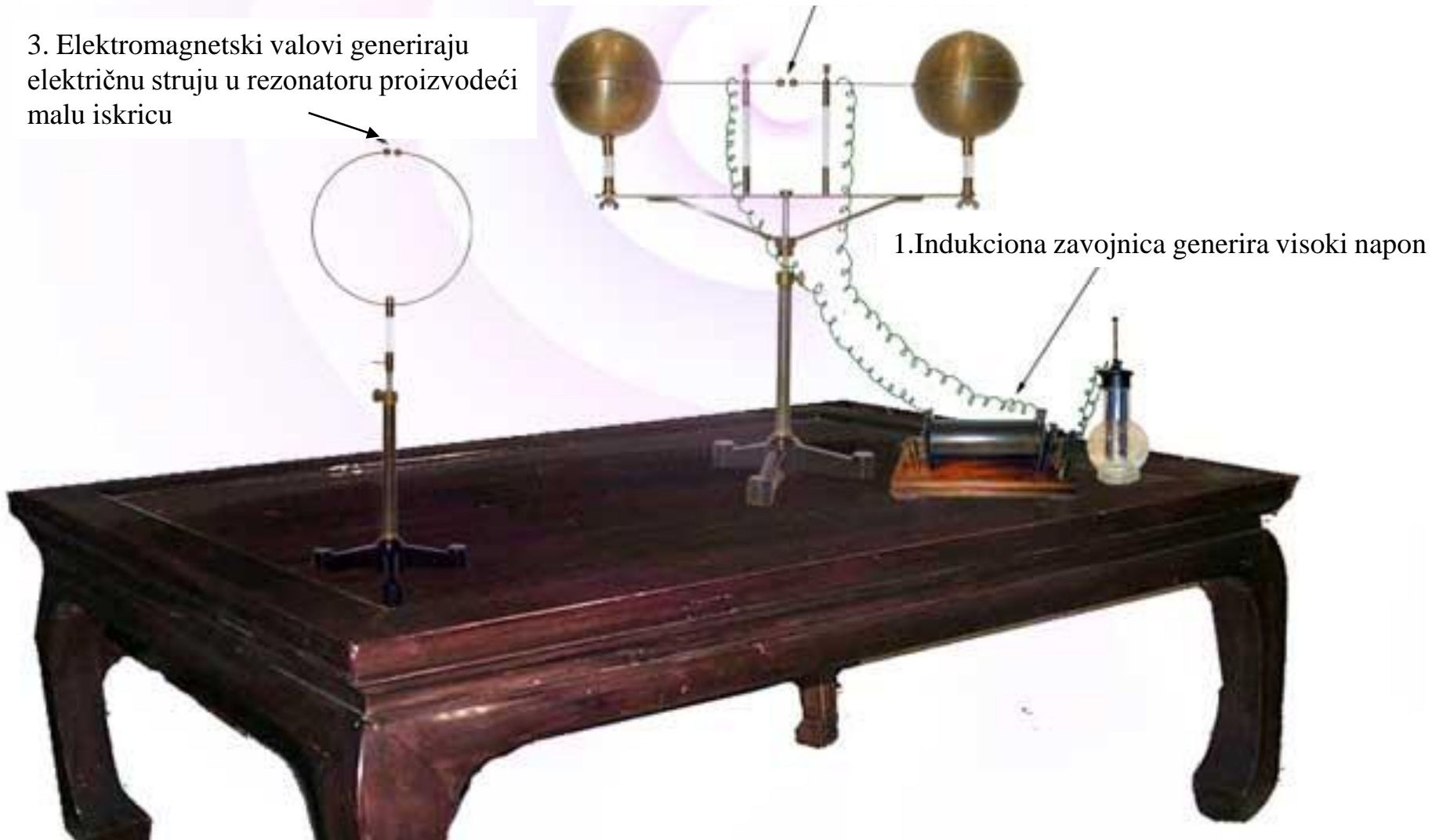
Između dviju metalnih kuglica je visok električni napon. Kad napon dođe do visine iznad kritičnog napona, koji je različit za razne plinove, dolazi do proboja zračnog sloja pa u zraku dolazi do električnog proboja



Hertzov pokus

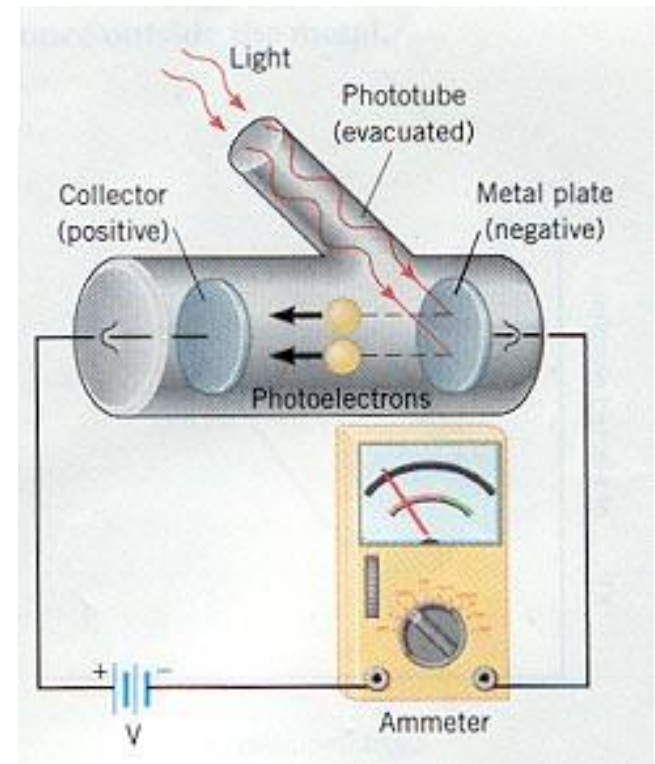
2. Iskra generira elektromagnetske valove

3. Elektromagnetski valovi generiraju električnu struju u rezonatoru proizvodeći malu iskricu



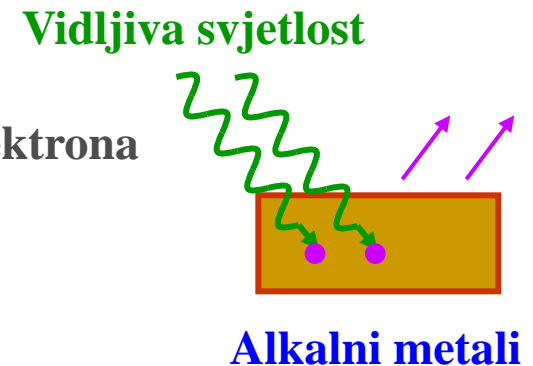
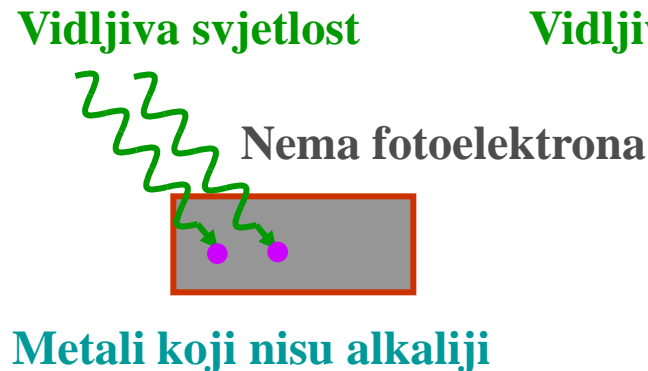
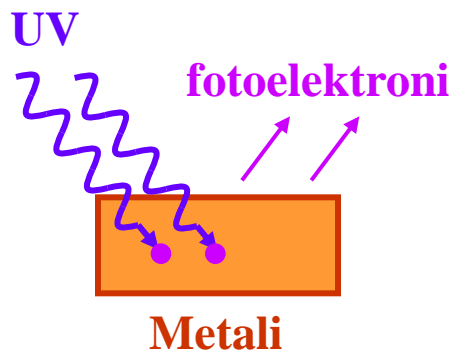
Lenard ide i dalje ...

Njegov asistent, Phillip Lenard, istražuje efekt dalje. Da bi odredio prirodu efekta on je sagradio svoju aparaturu pod nazivom "fotoelektrična lampa":



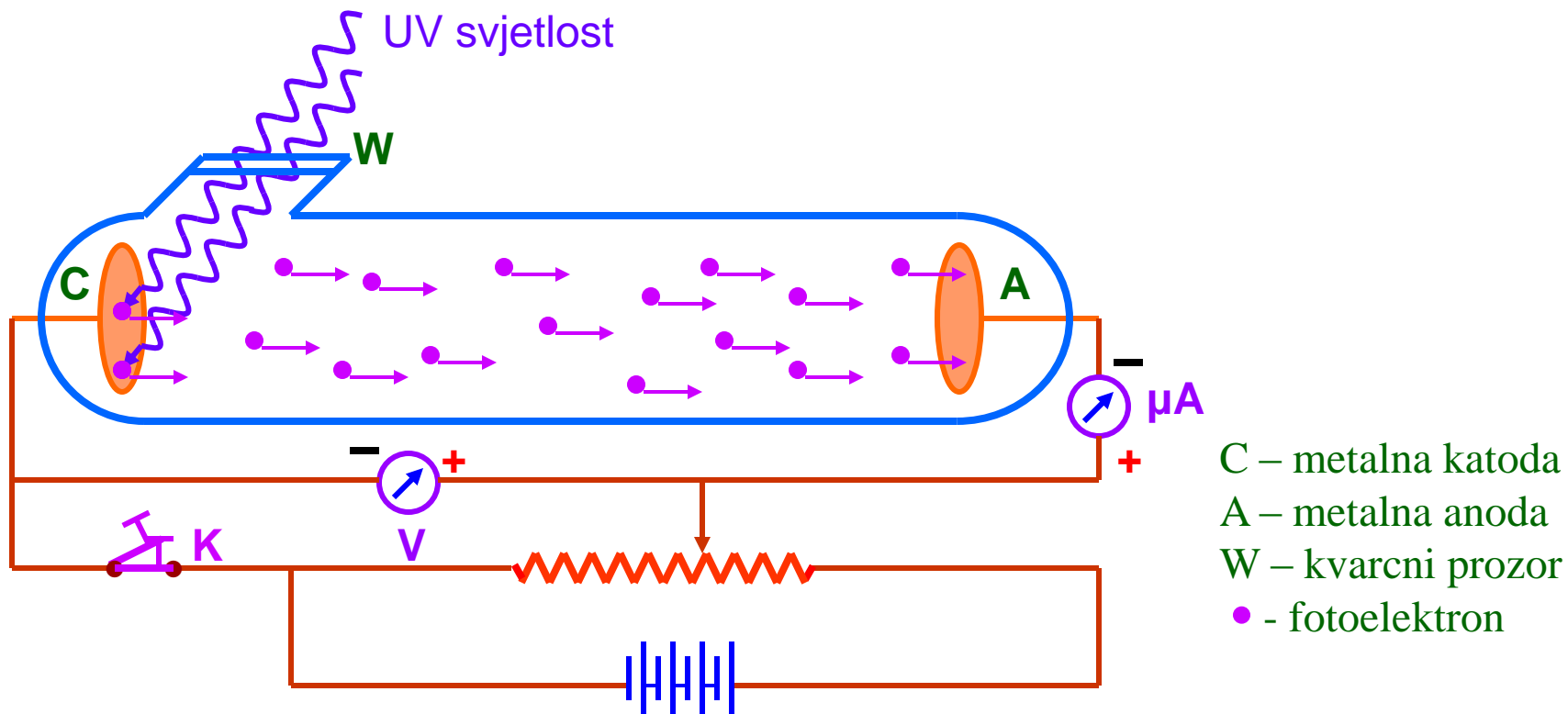
Fotoelektrični efekt

- Fenomen emisije elektrona iz metalne površine izložene svjetlosti (X - zrake, γ - zrake, UV zrake, vidljivo svjetlo, pa čak i infra crvene zrake) prikladnih frekvencija naziva se fotoelektrični efekt.
 - emitirani se elektroni zovu fotoelektroni
- Efekt je prvi put otkrio Hertz
- Uspješno objašnjenje efekta dao je 1905. Einstein
 - 1921. dobio je Nobelovu nagradu za rad o elektromagnetskom zračenju, dio kojeg je bio i fotoelektrični efekt
 - Napomena: Nemetali također pokazuju fotoelektrični efekt. Tekućine i plinovi također pokazuju ovaj efekt, ali u ograničenoj mjeri.



photoelectric_en.jar

Eksperimentalni postav za proučavanje fotoelektričnog efekta :

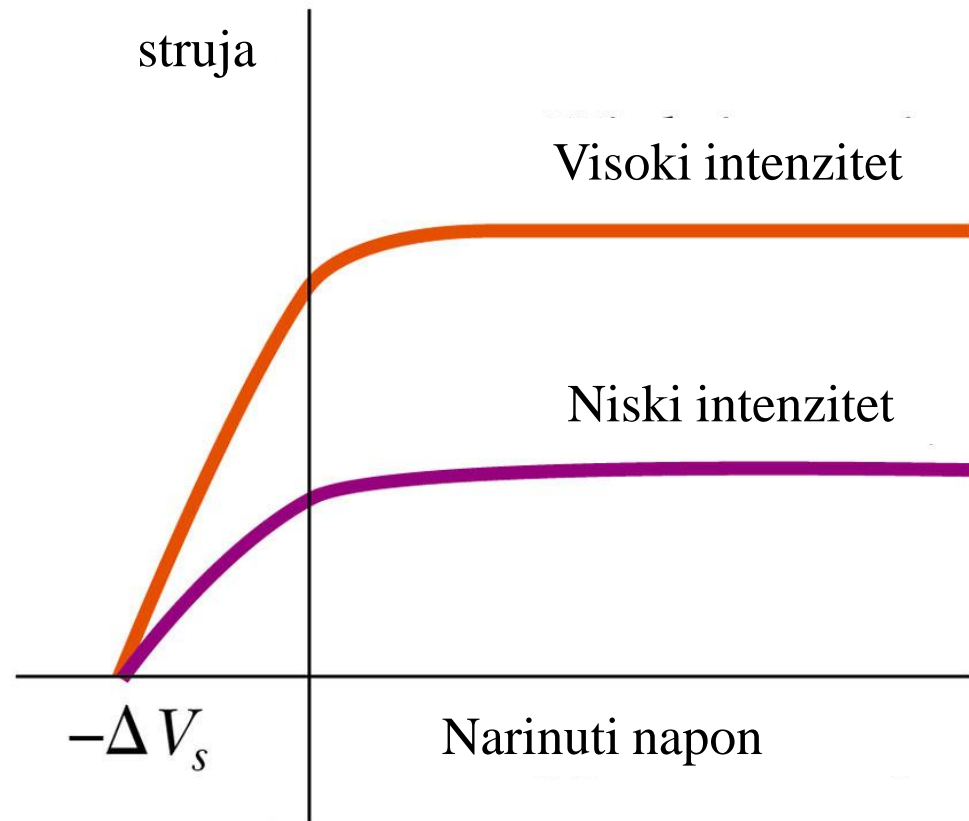


Staklo propušta samo vidljivo i infracrveno svjetlo, ali ne i UV svjetlo. Kvarc transmitira UV svjetlo.

Kada svjetlost odgovarajuće frekvencije pada na metalnu katodu dolazi do emisije fotoelektrona. Ovi fotoelektroni su privučeni prema pozitivnoj anodi, čime se tvori fotoelektrična struja.

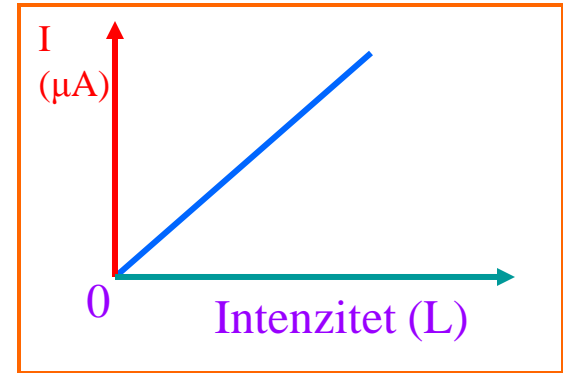
Graf fotooptička struja vs. napon

- Struja raste s intenzitetom, ali dolazi do zasićenosti za velike ΔV (promjene narinutog napona)
- Nema struje za napone manje od ili jednako $-\Delta V_s$, zaustavni potencijal
 - Potencijal zaustavljanja ne ovisi o intenzitetu zračenja



1) Utjecaj intenziteta upadne svjetlosti na fotoelektričnu struju :

Za fiksnu frekvenciju, fotoelektrična struja raste linearno s porastom intenziteta upadne svjetlosti.



2) Utjecaj narinutog potencijala na fotoelektričnu struju:

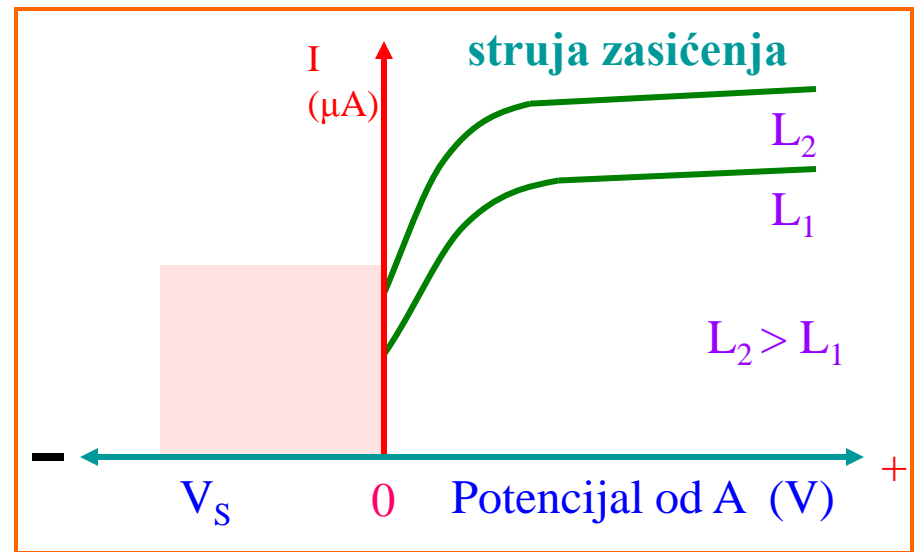
Za fiksnu frekvenciju i intenzitet upadne svjetlosti, fotoelektrična struja raste s porastom pozitivnog potencijala primijenjenog na anodi **A**.

Kada svi fotoelektroni stignu do ploče A, struja postaje maksimalna i nazivamo ju **struja zasićenja**.

Kada se potencijal smanjuje, smanjuje se i struja, ali ne postane nula na nultom potencijalu.

To pokazuje da čak u odsustvu ubrzavajućeg potencijala, nekoliko fotoelektrona uspijeva samostalno doći do ploče zbog njihove kinetičke energije (KE)

Kad se negativni potencijal narine na ploču A, fotoelektrična struja postaje nula za određenu vrijednost negativnog potencijala koji nazivamo **zaustavni potencijal** ili cut-off potencijal.



Intenzitet upadne svjetlosti ne utječe na zaustavni potencijal .

3) Utjecaj frekvencije upadne svjetlosti na fotoelektričnu struju :

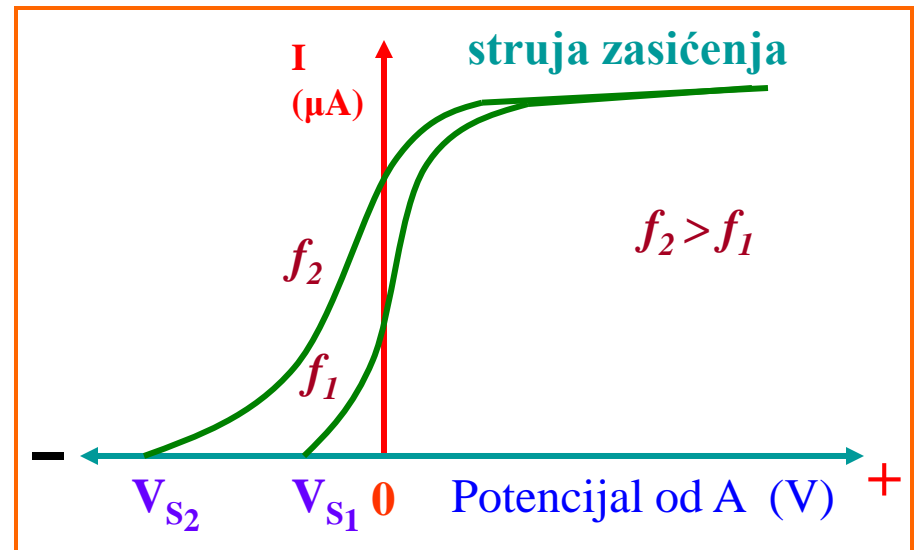
Za fiksni intenzitet upadne svjetlosti, fotoelektrična struja ne ovisi o frekvenciji upadne svjetlosti i to zato što fotoelektrična struja ovisi samo o broju emitiranih fotoelektrona odnosno o broju upadnih fotona, a ne o njihovoj energiji.

4) Utjecaj frekvencije upadne svjetlosti na zaustavni potencijal :

Za fiksni intenzitet upadne svjetlosti, fotoelektrična struja se povećava te je zasićena s porastom pozitivnog potencijala narinutog na anodu.

Međutim, struja zasićenja je ista za različite frekvencije upadne svjetlosti.

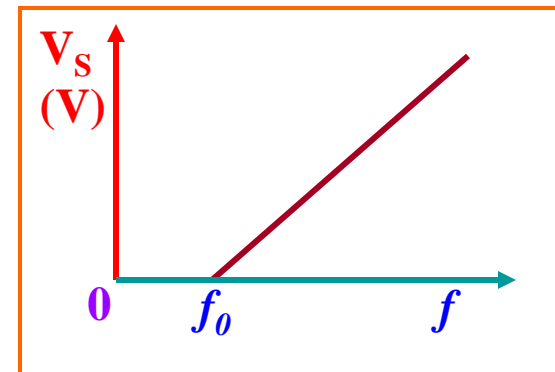
Kad smanjujemo potencijal i kad počne poprimiti negativne vrijednosti, fotoelektrična struja se smanjuje na nulu na različitim zaustavnim potencijalima za različite frekvencije



Viša frekvencija, veći zaustavni potencijal. tj. $V_s \propto f$

5) Frekvencija praga (Threshold):

Graf zaustavnog potencijala i frekvencije ne prolazi kroz ishodište. To pokazuje da postoji minimalna vrijednost frekvencije koju zovemo frekvencija praga ispod koje fotoelektrična emisija nije moguća neovisno koliko može biti visok intenzitet upadne svjetlosti. To ovisi o prirodi metala koji emitira fotoelektrone.



Zakoni fotooptičke emisije :

- i) Za danu tvar, postoji minimalna vrijednost frekvencije upadne svjetlosti koju nazivamo frekvencija praga ispod koje nije moguća fotoelektrična emisija, neovisno koliki je intenzitet upadne svjetlosti.
- ii) Broj fotoelektrona emitiranih u sekundi (tj. fotoelektrična struja) izravno je proporcionalan intenzitetu upadne svjetlosti, ako je frekvencija svjetlosti iznad frekvencije praga.
- iii) Maksimalna kinetička energija fotoelektrona je direktno proporcionalna frekvenciji pod uvjetom da je frekvencija iznad frekvencije praga.
- iv) Maksimalna kinetička energija fotoelektrona je neovisna o intenzitetu upadne svjetlosti.
- v) Proces fotoelektrične emisije je trenutačan tj. čim foton odgovarajuće frekvencije pada na tvar, emitira se fotoelektron.
- vi) Fotoelektrična emisija je jedan-na-jedan tj. za svaki foton odgovarajuće frekvencije emitira se jedan elektron.

Više o fotoelektričnom efektu

- Zaustavni potencijal ne ovisi o intenzitetu zračenja
- Maksimalna kinetička energija fotoelektrona ovisi o zaustavnom potencijalu :

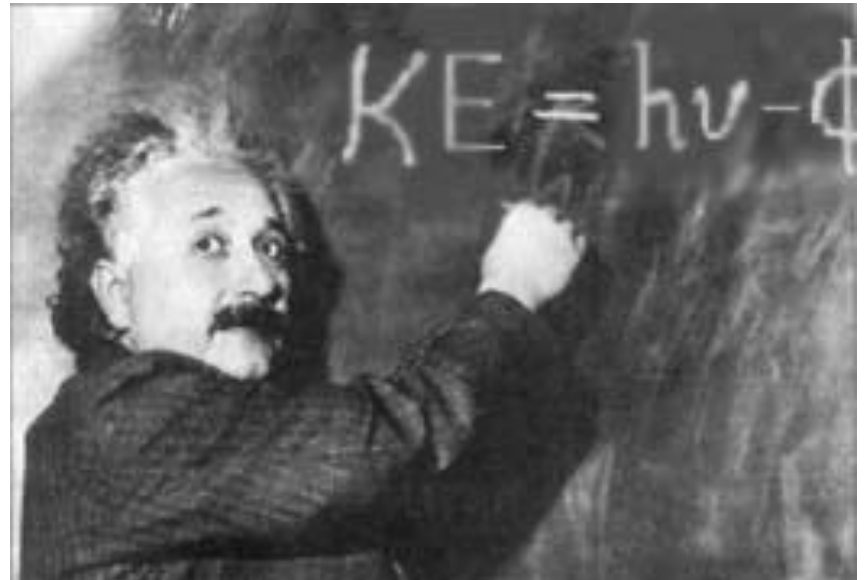
$$KE_{\max} = e\Delta V_s$$

Svojstva koja se ne mogu objasniti klasičnom fizikom / valna teorija

- Elektroni se ne emitiraju ako je frekvencija upadne svjetlosti ispod neke kritične frekvencija (*cutoff frequency*) koja je karakteristična za materijal koji je osvijetljen
- Maksimalna kinetička energija fotoelektrona je neovisna o intenzitetu svjetlosti
- Maksimalna kinetička energija fotoelektrona raste s povećanjem frekvencije svjetlosti
- Elektroni se emitiraju s površine gotovo trenutno, čak i pri niskim intenzitetima

Einsteinovo objašnjenje

- Maleni paket svjetlosne energije, nazvan *foton*, emitirat će se kad kvantizirani oscilator skoči iz jednog energetskog nivoa na sljedeći donji
 - Proširena Planckova ideja kvantizacije elektromagnetskog zračenja
- Energija fotona je $E = hf$
- Svaki foton može dati svu svoju energiju elektronu u metalu
- Maksimalna kinetička energija oslobođenog fotoelektrona je
$$KE_{\max} = hf - \Phi$$
- Φ zove se *izlazni rad* metala



Einsteinova fotoelektrična jednažba:

Kada foton energije hf padne na površinu metala, elektron apsorbira energiju fotona i koristi je na dva načina:

Dio energije se koristi za prevladavanje površinske barijere i izlaza s metalne površine. Ovaj dio energije se zove "izlazni rad" ($\Phi = hf_0$).

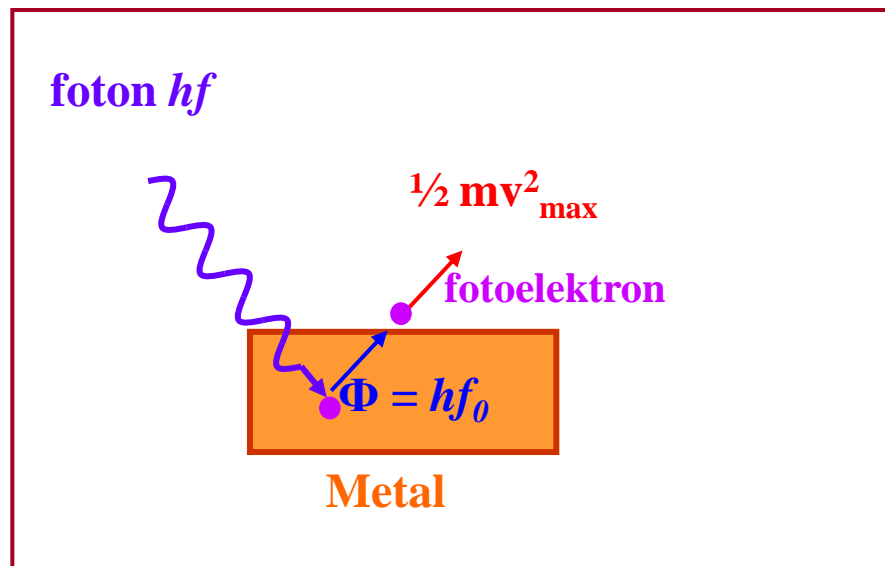
Preostali dio energije se koristi za davanje brzine 'v' emitiranim fotoelektronima.

Ovo je jednako maksimalnoj kinetičkoj energiji fotoelektrona ($\frac{1}{2} m_{el} v_{\max}^2$), gdje ' m_{el} ' je masa fotoelektrona.

Prema zakonu o očuvanju energije ,


$$\begin{aligned} hf &= \Phi + \frac{1}{2} m_{el} v_{\max}^2 \\ &= hf_0 + \frac{1}{2} m_{el} v_{\max}^2 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2} m_{el} v_{\max}^2 = h(f - f_0)$$



Potvrda zakona fotoelektrične emisije temelji se na Einsteinovoj fotoelektričnoj jednadžbi:

$$\frac{1}{2} m_{el} v_{\max}^2 = h(f - f_0)$$

- i) Ako je $f < f_0$, onda je $\frac{1}{2} m v_{\max}^2$ negativna, što nije moguće. Stoga, do fotoelektrične emisije dolazi kad je $f > f_0$.
- ii) Budući da jedan foton emitira jedan elektron, broj je emitiranih fotoelektrona u sekundi izravno proporcionalan intenzitetu upadne svjetlosti.
- iii) Jasno je da $\frac{1}{2} m v_{\max}^2 \propto \nu$ jer su h i f_0 konstante. To pokazuje da je K.E. fotoelektrona direktno proporcionalna frekvenciji upadne svjetlosti.
- iv) Do fotoelektrične emisije dolazi zbog sudara između fotona i elektrona. Vrijeme kašnjenja između upada fotona i emisija fotoelektrona ne može biti značajno,  proces je trenutačan. Utvrđeno je da je kašnjenje samo oko 10^{-8} sekundi.

Granična valna duljina

- Granična valna duljina se odnosi na funkciju izlaznog rada

$$\lambda_c = \frac{hc}{\Phi}$$

- Valne dužine veće od λ_c ulazne svjetlosti na materijalu s funkcijom izlaznog rada Φ ne generiraju emisije fotoelektrona

Fotoćelije

- Fotoćelija je primjena fotoelektričnog efekta.
- Kad svjetlo dovoljno visoke frekvencije padne na ćeliju, generira se struja.
- Primjeri
 - Rasvjeta, otvarači garažnih vrata, dizala,....

Primjena fotoelektričnog efekta:

1. Automatski protupožarni alarm
2. Automatski alarm protiv provale
3. Skeneri u TV prijenosu
4. Reprodukcijska zvuka u kino filmu
5. U papirnoj industriji za mjerenje debljine papira
6. U astronomiji
7. Utvrđivanje neprozirnosti krutina i tekućina
8. Automatsko prebacivanje ulične rasvjete
9. Za kontrolu temperature peći
10. Fotometrija
11. Svjetlometri koji se koriste u kino industriji za provjeru svjetla
12. Optičko sortiranje
13. Meteorologija