

Hendrix Anton Lorentz (Arnhem, [18. juli 1853.](#) - Haarlem, [4. februar 1928.](#)), je bio [holandski](#) fizičar. Bio je [univerzitetski](#) profesor u Leidenu te direktor istraživačkog instituta u Haarlemu. Svojim radovima mnogo je pridoneo razvoju elektromagnetne teorije i poznavanju strukture materije. Proučavao je pojave kod [naelektrisanih](#) tela u kretanju i postavio osnovu za [posebnu teoriju relativnosti](#). Prvi je izračunao širenje interferencijskih maksimuma kod difrakcije svetlosti u [kristalima](#) (*Lorentzov faktor*). Proučavao je binarne plinove u kojih je masa molekula jednog plina mnogo veća od mase od mase molekula drugog plina (*Lorentzov plin*) i rezultate primjenio na teoriju [elektrona](#) u [metalima](#). Godine [1902.](#) dobio je [Nobelovu nagradu za fiziku](#) zajedno sa [Pieterom Zeemanom](#) s kojim je otkrio i na osnovi klasične teorije prvi proračunao cepanje singletnih spektralnih linija u tri komponente (*Lorentzov triplet*) u spoljnjem magnetskom polju (*normalni Zeemanov efekt*).

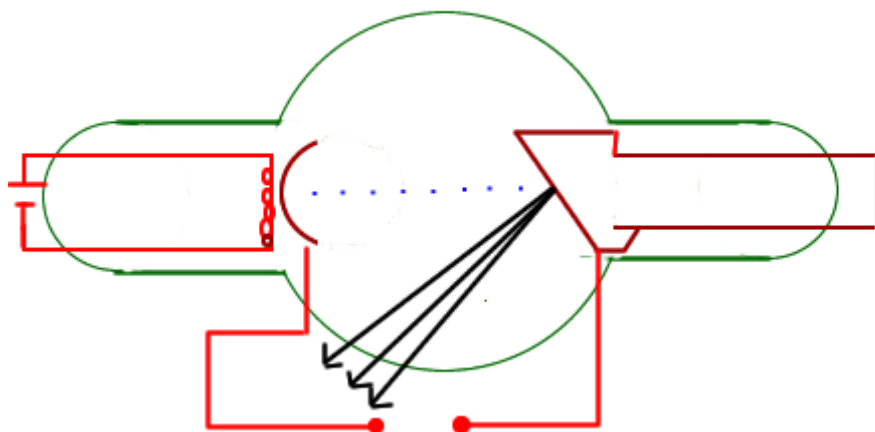
Hendrik Antoon Lorentz

X-ZRACENJE

X-zracenje je otkrio nemacki fizicar Vilhelm Rentgen (Wilhelm Conrad Röntgen) krajem 1895.godine. X-zracenje je elektromagnetne prirode i ograniceno je oblastima gama i ultraljubicastog zracenja. Stroge granice izmedju ovih oblasti ne postoje, ali se pod X-zracenjem obicno podrazumevaju fotoni talasnih duzina od 0.01nm do 10nm su tj. Energija od 124keV do 124 eV. X-zraci talasnih duzina od 5nm do 10nm su meki X-zraci, zato sto imaju malu energiju i lako se apsorbuju.

1. OTKRICE X-ZRAKA

Krajem 19 veka fizicari sirom sveta proucavali su fenomene vezane za elektricna praznjenja u vakuumskim cevima (slika 1) . Rentgen je 1895. godine u svojoj laboratoriji izvodio eksperimente sa katodnim zracima Kruksovoj (Crookes) cevi. To je staklena komora iz koje je izvucen vazduh i u kojoj su, na rastojanju od nekoliko centimetara, postavljene na izvor napona. Pocevsi da primenjuje na ovim cevima velike napone reda nekoliko desetina hiljada volti. Rentgen je primetio na drugom kraju sobe fluroscentni sjaj na ploci od barijum-platinocijanida, inace fluroscentnog materijala.Odmah je bilo jasno da je ova pojava posledica zracenja koje potice iz same cevi. Fluorescencija se nastavljala i posto je cev okruzio crnim kartonom kako bi onemogucio prolaz ultraljubicastih zraka, do tada najprodornijeg poznatog zracenja. Takodje posto je cev bila pokrivena, ni katodni zraci (elektroni) nisu mogli da stignu do fluroscentnog materijala.



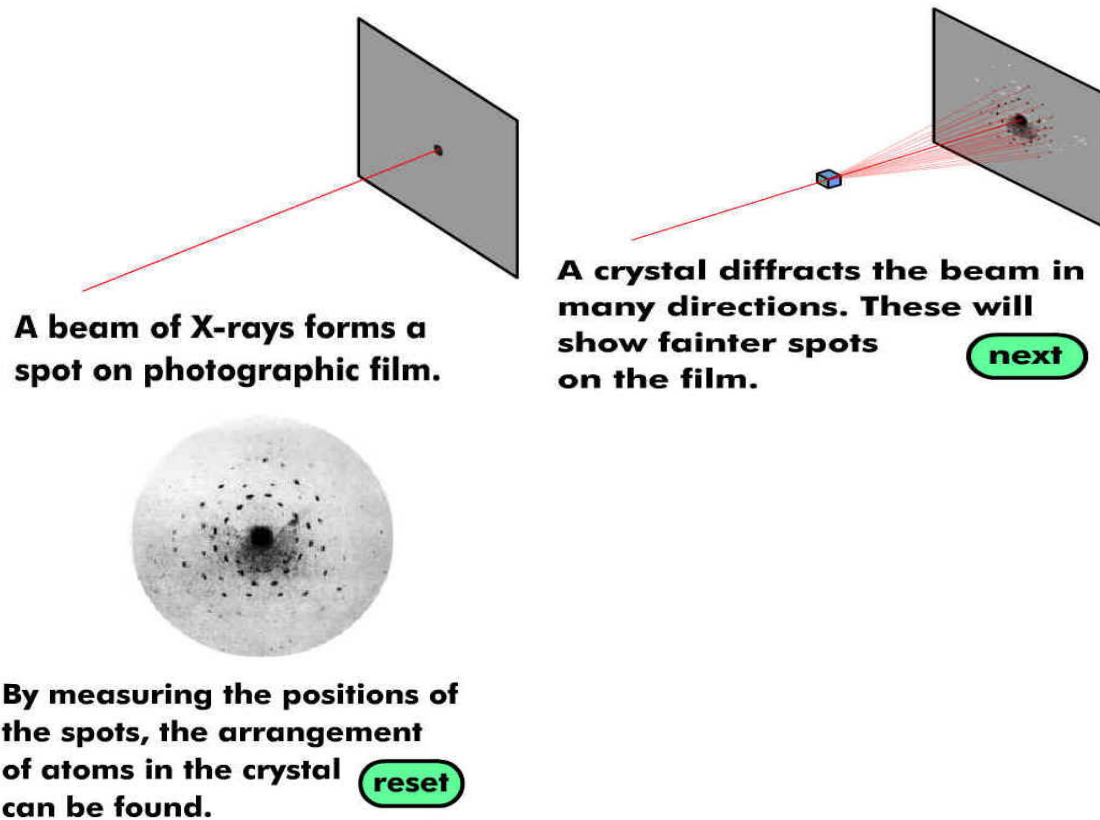
Slika 1. Sematski prikaz vakuumske cevi

Bilo je jasno da je u pitanju mnogo prodornije zračenje, do tada nepoznato, pa je dobilo radni naziv X-zraci, koji se zadržao do danas međutim često se u čast Rendgena nazivaju još i rendgenski zraci. Njegovi pokušaji da izmeri talasnu dužinu ovih zraka bili su bezuspešni, a baš taj problem je i doveo do otkrića difrakcije rendgenskog zračenja u kristalima.

Difrakcija x-zraka na kristalima

U toku proučavanja prirode x-zračenja pretpostavljeno je da se radi o elektromagnetnim talasima malih dužina. Da bi njegova talasna priroda bila potvrđena, bilo je neophodno ostvariti difrakciju X-zračenja. Nemački fizičar **Maks fon Laye (Max von Laue)** je pretpostavio da se kao difrakciona rešetka za X-zračenje mogu koristiti kristali, jer je nepohodno da rastojanja između centara difrakcije budu dovoljno mala, reda veličine talasne dužine X-zraka. Naime, još 1850. godine Bravais je predložio model uređenja kristala u prostorne rešetke, pri čemu su rastojanja između molekula u samom kristalu oko desetog dela nanometra.

U eksperimentu je X-zracima obasjavan kristal smesten u olovnoj kutiji, a na zidovima same kutije, iza i sa strane kristala, postavljen je vrlo osetljivi film. Po razvijanju filma mogla se videti jedna velika centralna svetla tačka, ali i mnogo manjih tačaka u pravilnoj matrici, oko (Slika 2). To je mogla biti samo posledica difrakcije prvobitnog zraka i interferencije reflektovanih zraka (difrakciono-interferenciona slika).

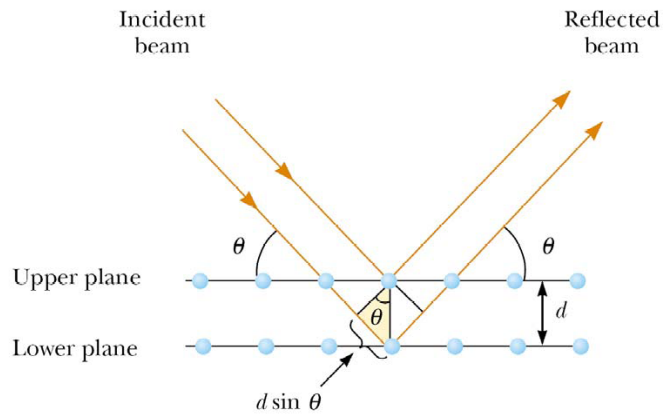


Slika 2. Difrakcija X-zracenja na kristalu

Ovi rezultati su objavljeni 1912.godine i time je dokazana pretpostavka da su X- zraci elektromagnetni talasi vrlo male talasne duzine. Medjutim, na razvijenim filmovima delovalo je kao das u na mnogim mestima tacke izostavljene. Maks fon Laye je pretpostavio da X-zraci poseduju samo odredjene talasne duzine i da zato neke od tacaka nedostaju.

Za razliku od fon Layea, **Brag (William Lawrence Bragg)** je smatrao da X-zraci mogu imati sve talasne duzine i da je njihov spektar neprekidan. Prema tome, nedostajuce tacke u difrakcionoj slici nisu posledice talasnih duzina X-zraka, vec osobina samih kristala koriscenih u eksperimentu. Brag je uzeo kao pretpostavku da svaki sloj atoma u kristalnoj rešetki predstavlja neku vrstu reflektujuce površine za X-zrake. Oni se redom reflektuju sa same površine kristala, i sa svakog sloja atoma, odnosno kristalne ravni ispod površine.

X-zrak koji se odbio od same površine kristala je presao manji put od onog zraka koji se odbio od sloja atoma neposredno ispod površine. Ovaj dodatno predjeni put X-zraka zavisi od rastojanja izmedju površine i susednog sloja atoma d i ugla pod kojim je zrak usao u kristal θ . Uslov konstruktivne interference, odnosno dobijanja maksimuma, je da talasi moraju biti u fazi pri izlasku iz kristala. To se moze posmatrati na primeru dva zraka, od kojih se prvi odbija sa površine samog kristala a drugi sa sloja atoma odmah ispod površine. (Slika 3)



Kao što se može videti sa slike, drugi zrak prelazi duži put koji iznosi $AB+BC$. Da bi ova dva zraka bila u fazi, dužina ovog dodatnog puta mora biti jednaka celobrojnom umnosku talasne dužine X-zraka:

$$n\lambda = AB + BC.$$

Kako je d hipotenuza pravouglog trougla ABz , to je $AB = d \sin\theta$, a uz $AB=BC$, konacno dobijamo **Bragov zakon difrakcije X-zraka na kristalima**:

$$n\lambda = 2 d \sin\theta.$$

LORENCOV FAKTOR (L)-

matematicki oblik koji zavisi od primenjene metode. Konkretno, na Lorencov faktor sprasenog uzorka utice vise cinilacaa to su:

1. kada ravni reflektovanja zaklapaju ugao θ sa upadnim snopom, Bragov zakon je zadovoljen i dolazi do difrakcije maksimalnog intenziteta. Medutim, jedan deo energije bice difraktovan u skoro istom pravcu cak i ako se ravni malo pomere od tacnog Bragovog ugla. Vrednost intenziteta zavisi od ugaonog intervala $\pm\delta\theta$ u kome kristal rotira, a u kome je energija difraktovanog snopa zracenja. Intezitet difrakovanog snopa za jedan prolazak kristala kroz polazaj reflektovnja, odnosno kroz ugaoni interval $\pm\delta\theta$, proporcionalan je $1/\sin\theta$. Drugim recima, intezitet ce biti veci na malim uglovima θ , a manji na velikim uglovima.

2. sirina difrakcione linije ima upravo suprotan efekat dat izrazom $1/\cos\theta$

3. broj kristala orijentisanih tako da zaklapaju Bragov ugao ili su blizu tog ugla. broj ovako orijentisanih kristala proporcionalan je $\cos\theta$ i vrlo je mali na velikim Bragovim uglovima

4. refleksije ciji je ugao 2θ oko 90 stepeni daju na Debaj-Sererovom filmu slabiji integrisani intenzitet po jedinичnoj duzini difrakcione linije nego refleksije na vecim ili manjim uglovima. Posto je duzina difrakcione linije $2\pi r \sin 2\theta$, gde je r poluprecnik komore, onada je relativni intezitet po jedinичnoj duzini linije proprcionalan izrazu $1/\sin 2\theta$. Ovaj faktor ponekad se naziva i geomerijski faktor.

Kombinacija ovih cinilaca dobija se Lorencov faktor za Debaj-Sererovu metodu i difrakometriju praha

Lorencov i polarizaciono faktor obicno se kombinuju u zajedniciki Lorenc-polarizacioni ili L_p faktor.

POLARIZACIONI FAKTOR (p)-u opstem slucaju rengensko zracenje je nepolarizovno.

Elektricni vektor je moguće predstaviti kao zbir dva vektora, od kojih jedan normalan na oZRACENU površinu, a drugi paralelan njoj. Svaki od tih vektora ima amplitudu $\sqrt{2}/2$.

Neka primarno, nepolarizovno zracenje pada pod uglom θ na kristal. Pri rasipanju rengenskih zraka na elektonima dolazi do promene ukupne amplitude elekticnog vektora, koja zavisi od elektronske gusine u posmatranoj ravini. Eletroni nisu podjednako efikasni pri raspanju paralelne i normalne komponente elektricnog vektora. Zbog toga je i difraktovano zracenje delimicno polarizovano. Amplituda noramlne komponente eletricnog vektora izracunava se iz izraza $\sqrt{2}/2 \cos 2\theta$.

Ukupni intezitet elektricnog vektora proporcionalan je zbiru kvadrata amplituda paralelne i noramlne komponente.

Pa je polarizacioni faktor $p = (1 + \cos 2\theta)/2$. (kosinus na kvadrat:-). I ovaj fakor je jednak za sve kristalografske metode osim kad se koristi vec polarizovan primarni snop, u tom slucaju je

$p=(1+K\cos 2\theta)/1+K$ (i ovde je kosinus na kvadrat samo nisam uspela to da napisem) gde je $K=\cos 2\theta m$ (takode je kosinus na kvadrat, a m je ovde index-u) θm je **Bragov ugao** difrakcije kristala monohomatora.

DEBYE-SCHERRER-OVA METODA

Da bi se lakše shvatio princip na kojem radi ova metoda, može se zamisliti situacija u kojoj imamo samo jedan kristal namešten tako da je jedna ravan pod uglom θ . Nakon refleksije x-zraka sa kristala, biće vidljiv samo jedan zrak. Ukoliko se kristal zarotira oko upadne zrake, reflektujući zrak će ocrtati konus čiji će vrh biti na kristalu.

U drugoj situaciji imamo stotinu kristala koji su namešteni tako da je bar jedan skup ravni pod određenim uglom θ , opazićemo stotinu reflektirajućih zraka pri čemu će nam svaki zrak dati tačku koju ćemo moći videti. Ukoliko i ovu skupinu kristala zarotiramo oko ose upadnog zraka, reflektirane zrake će ocrtati stotinu konusa. Ukoliko naš materijal sameljemo u sitni prah koji može sadržavati pravu gomilu kristala i kad ga stavimo u snop x-zraka, uvek će postojati bar neki kristali koji su postavljeni u povoljan položaj za difrakciju. Ono što će se dobiti je kontinuirani set točkastih refleksija koje će ležati na luku konusa. Zapravo će se pojaviti više konusa sa različitim kutevima θ koji odgovaraju tačno određenom skupu ravni. Upravo na ovom principu radi Debye-Scherrerova metoda. Kamera se sastoji od metalnog cilindra u čijem se središtu nalazi uzorak usitnjen u prah. Unutar cilindra se nalazi film na koji se beleže delovi konusa. Budući da svi npr. FCC metali imaju iste difrakcijske linije, ali različite uglove 2θ , možemo odrediti kristalnu strukturu i konstantu rešetke.

Literatura:

Podaci sa interneta