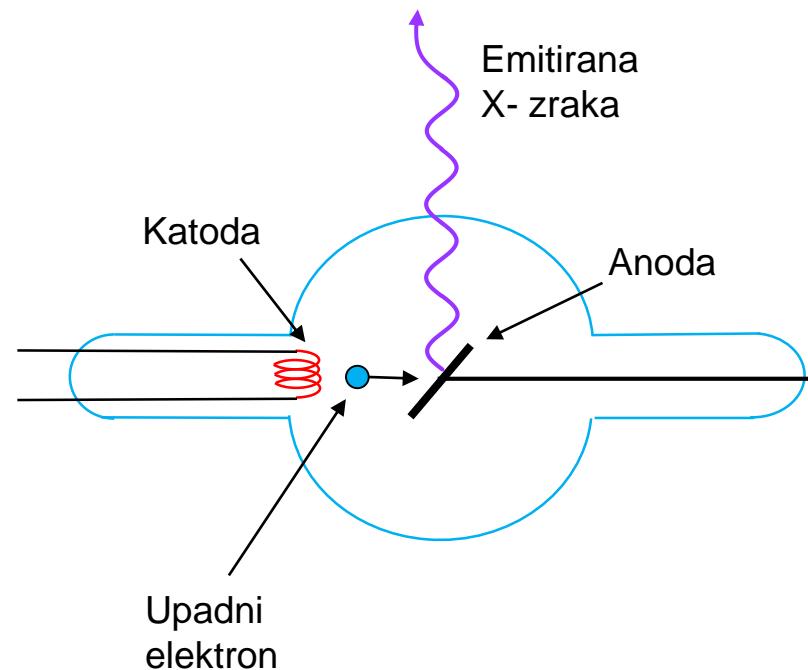


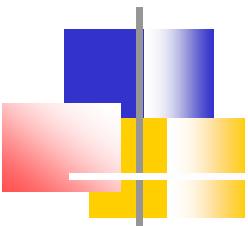
Spektar X-zraka



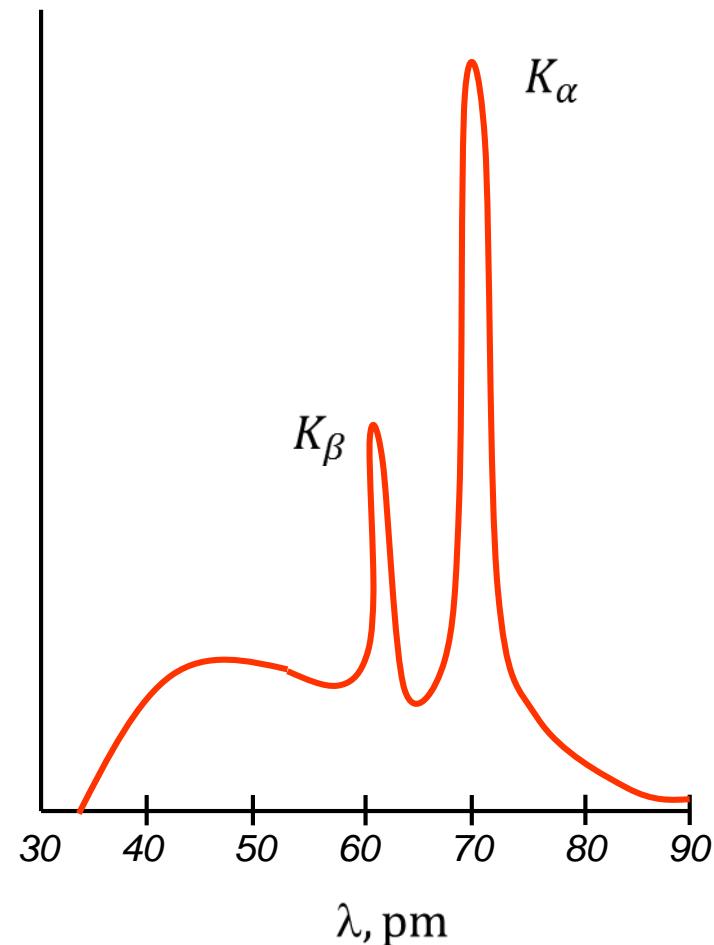
W. Rontgen and his first X-ray photograph of a human shows the hand of his wife with the ring she was wearing.

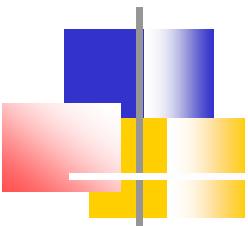


1895. godine W. Röntgen opazio je nevidljivo (X-zrake) zračenje koje nastaje pri izboju u cijevi s razrijedjenim plinom. Rendgensko zračenje nastaje kada brzi elektroni udaraju u neki materijal. Većinom se dobivaju u rendgenskoj cijevi u kojoj elektroni ubrzani visokim naponom (10^4 – 10^6 V) udaraju u anodu od volframa.

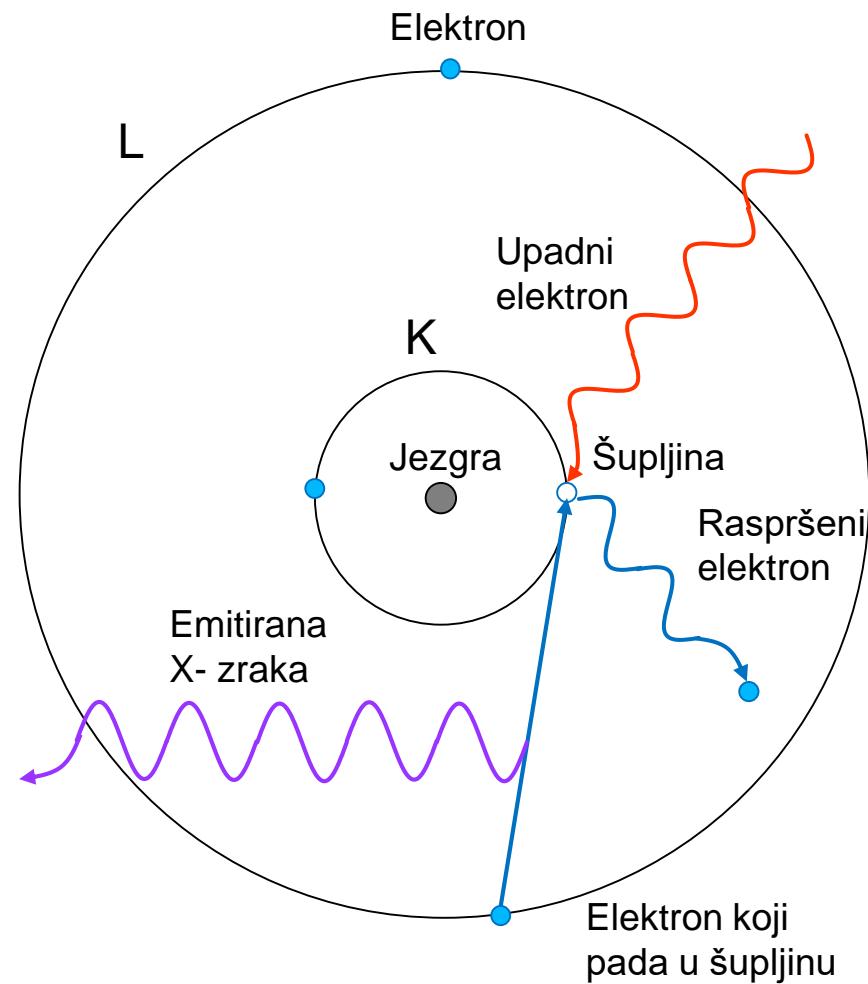


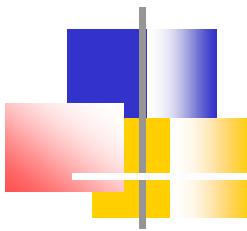
- Kad se metalna meta bombardira visokoenergijskim elektronima, x-zrake se emitiraju
- Spektar x-zraka se sastoji od širokog kontinuiranog spektra i **serije oštih linija**
 - Linije ovise o metalu
 - Ove linije se nazivaju *karakteristične x-zrake*
 - Kontinuirani spektar nastaje usporavanjem elektrona u meti. Elektroni gube energiju sve dok se ne ne zaustave – *zakočno zračenje*.



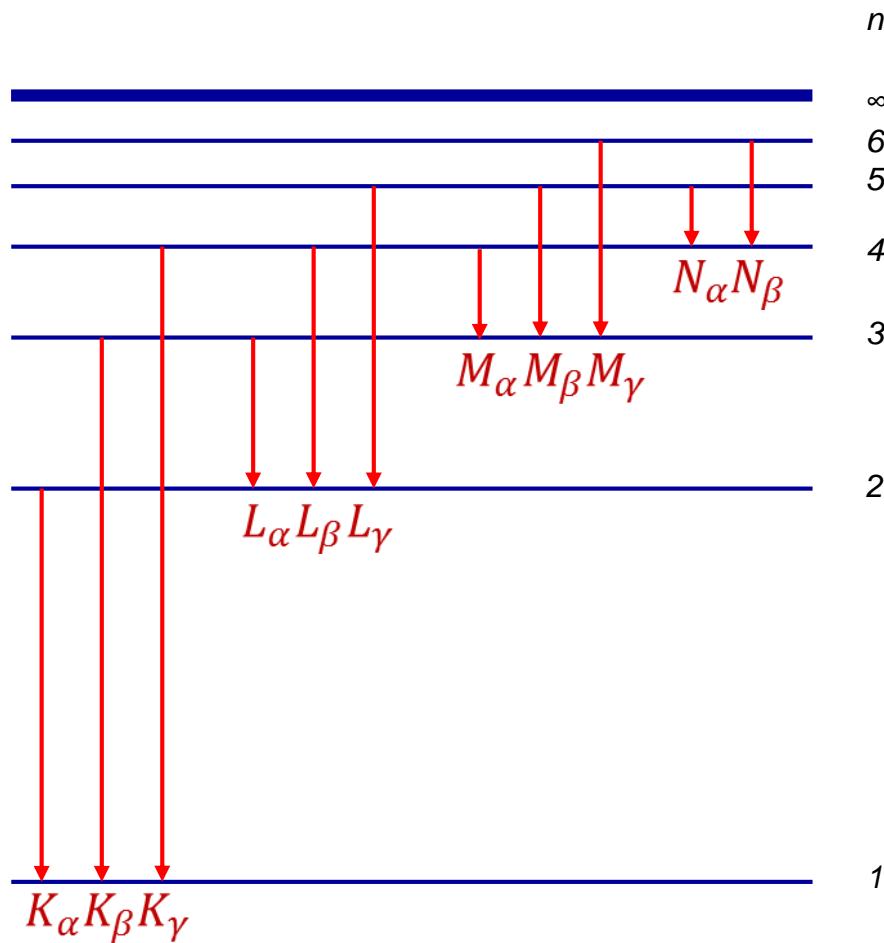


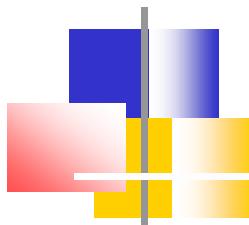
- Detalji atomske strukture koriste se za objašnjenje karakterističnih x-zraka
 - Upadni elektron se sudara s elektronom u meti koji se nalazi u unutrašnjoj ljudsci
 - Ako ima dovoljno energije, izbaci elektron iz atoma u meti
 - Šupljina kreirana gubitkom elektrona popunjava se elektronom koji u nju pada s višeg energijskog nivoa
 - Ovaj prijelaz je popraćen emisijom fotona čija je energija jednaka razlici dvaju nivoa
 - K_{α} je linija koju stvara elektron koji pada s L ljudske na K ljudsku



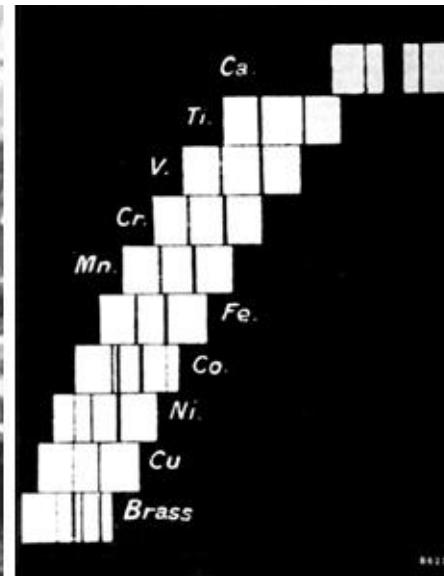


Notacija linija karakterističnih x-zraka





Henry Moseley i spektri x-zraka različitih anoda



H. G. J. Moseley, Philosophical Magazine 1913, XCII-25, 1024-1034

λ

1913. H. Moseley je proučavajući rendgenske spekture uočio jednostavnu i vrlo važnu ovisnost valne duljine spektralnih linija o rednom broju elementa od kojeg je napravljena meta. Spektri su po svojoj strukturi za sve elemente jednaki, samo se valne duljine pojedinih linija smanjuju s porastom rednog broja.

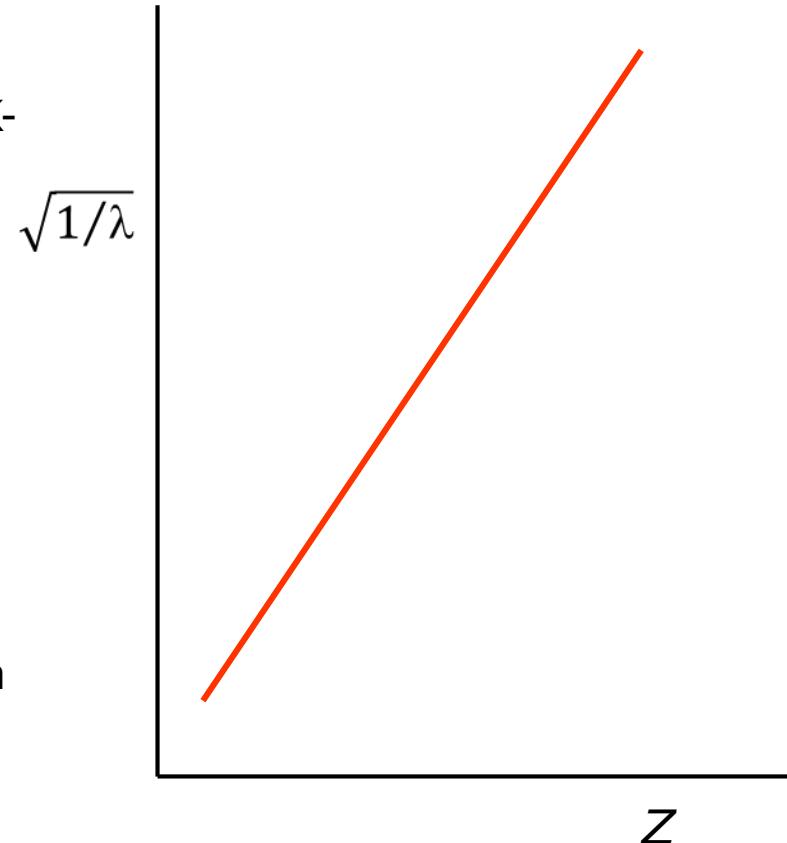
Moseleyev zakon

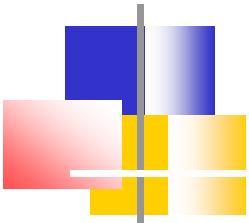
- λ na desnoj slici je valna duljina K_{α} linije
- Moseley je empirički došao do rezultata za cijelu K-seriju:

$$\omega = R'(Z-1)^2 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

gdje je R' Rydbergova konstanta

- Moseleyev zakon kaže da je kvadratni korijen frekvencije linearna funkcija broja Z .
- S grafa, Moseley je mogao odrediti Z vrijednost drugih elemenata i stvoriti tablicu koja se odlično slagala s poznatim kemijskim svojstvima elemenata
- Atomski broj (broj protona u jezgri) prvi put je povezan s mjerljivom fizikalnom veličinom (valnom duljinom).





- U slučaju općenite linije vrijedi općenitija formula

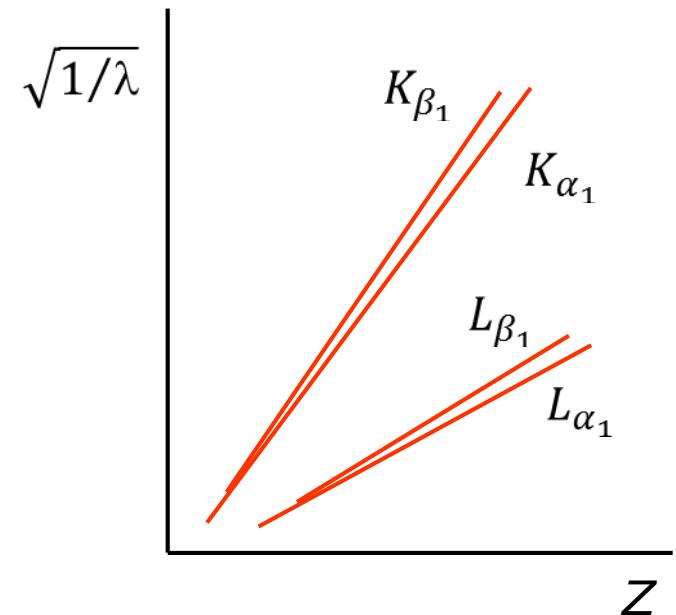
$$\omega = R'(Z - \sigma)^2 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$$

gdje je σ empirijski određen broj, ovisan o vrsti linije (1 za K-linije)

- **Moseleyev zakon**

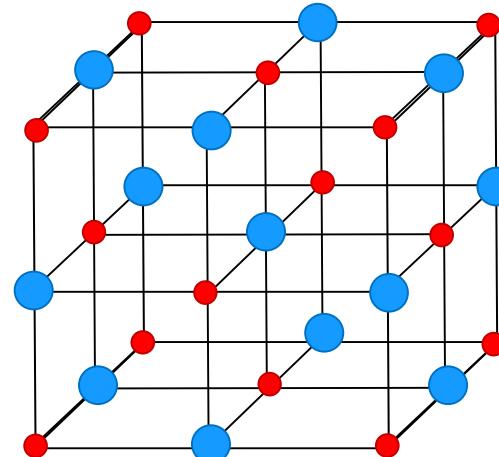
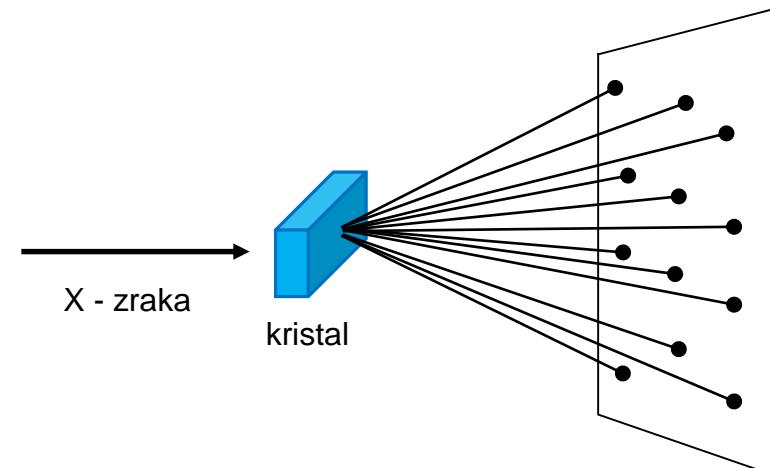
$$\sqrt{\omega} = c(Z - \sigma)$$

- Mosleyev rad je doveo do moderne definicije atomskog broja Z i pokazao da je atomski broj, a ne atomska masa, u osnovi organizacije periodnog sustava elemenata.
- Mosleyev zakon podržao je Bohrov model atoma.



Difrakcija X-zraka na kristalnoj rešetki

- Da bi došlo do difrakcije, razmak između linija mora biti približno jednak valnoj duljini zračenja koje se mjeri
- Za X-zrake, uređena struktura atoma u kristalu može služiti kao trodimenzionalna rešetka
- Difraktirano zračenje je jakog intenziteta u određenim pravcima
- Kristalna struktura se određuje analizom položaja i intenziteta različitih točaka na fotografском filmu



NaCl (crvene sfere su Na^+ ioni, plave sfere su Cl^- ioni)

Zeemanov efekt

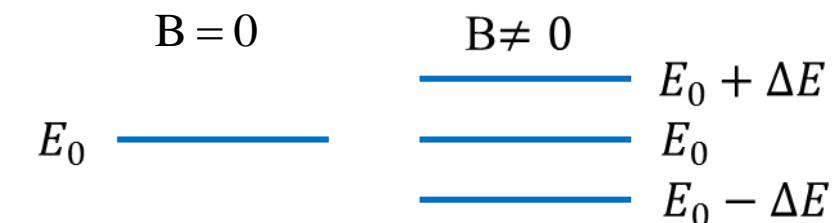
Cijepanje spektralnih linija kada se atomi koji emitiraju svjetlost nalaze u magnetskom polju opazio je 1896. Zeeman.

Cijepanje energijskih nivoa u magnetskom polju (indukcije B) radi magnetskog momenta uzrokuje cijepanje spektralnih linija tj. Zeemanov efekt.

Hamiltonian u magnetskom polju

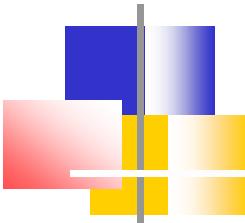
$$\hat{H} = \hat{H}_0 + \frac{\mu_B}{\hbar} \mathbf{B} \cdot (\hat{\mathbf{L}}_z + g \hat{\mathbf{S}}_z)$$

$$g = 2, \quad g - faktor$$



Ako ukupan spin elektrona u L-toj ljesuci atoma iščezava, tada je promjena energije elektrona samo radi magnetskog momenta

$$\Delta E = \mu_B g B m, \quad m = 0, \pm 1, \dots, \pm l$$



U slučaju p ljeske ($l=1$) p nivo se cijepa u 3 nivoa. U spektru ovakvog atoma pojavit će se tri bliske linije (triplet). Bez magnetskog polja ova stanja imaju istu energiju, tj. degenerirana su. Magnetsko polje otklanja degeneraciju. Za slučaj s ljeske ($l=0$) nema cijepanja (singlet).

