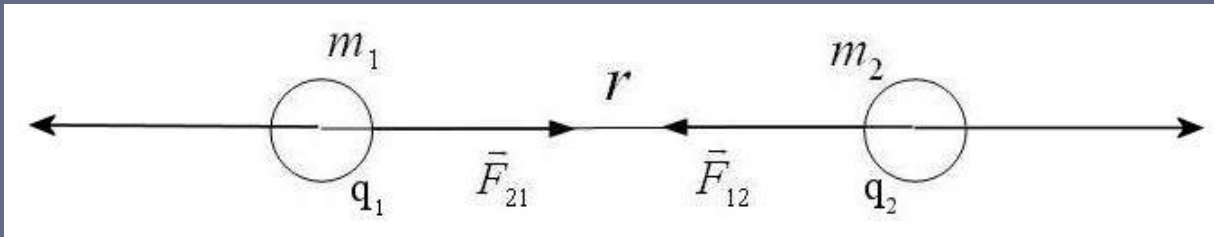


Biofizika

Fizika u medicini

Elektromagnetsko zračenje - naboj



$$F_G = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

$$F_{EM} = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Masa je uvijek pozitivna i gravitacijska sila je uvijek privlačna.

Naboj može biti pozitivan i negativan i električna sila može biti privlačna i odbojna.

Naboji istog predznaka se odbijaju dok se naboji različitih predznaka privlače.

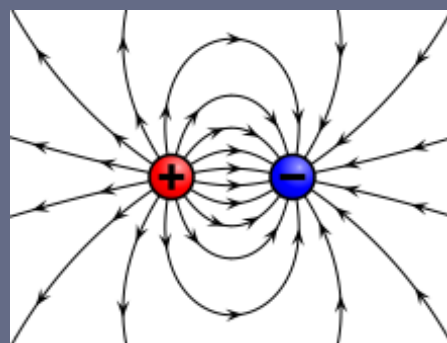
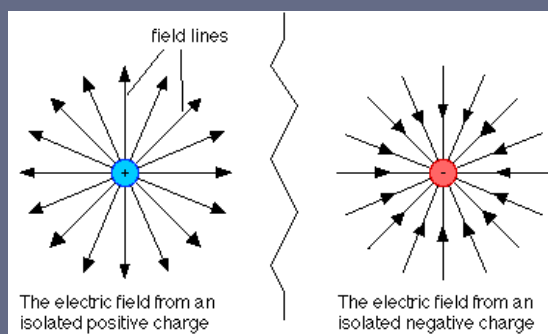
Za tijela koja nisu ni pozitivno ni negativno nabijena kažemo da su neutralna.

$$G = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

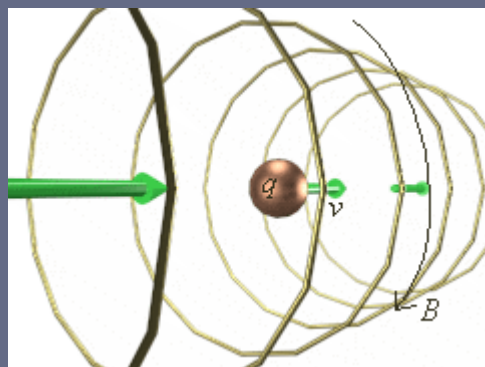
$$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$$

Elektromagnetsko zračenje - polja

Naboj koji miruje stvara električno polje



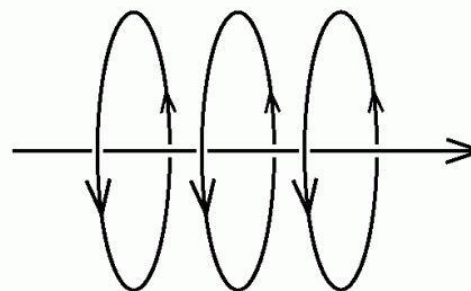
Naboj koji se giba stvara magnetsko polje



prsti pokazuju smjer magnetskog polja



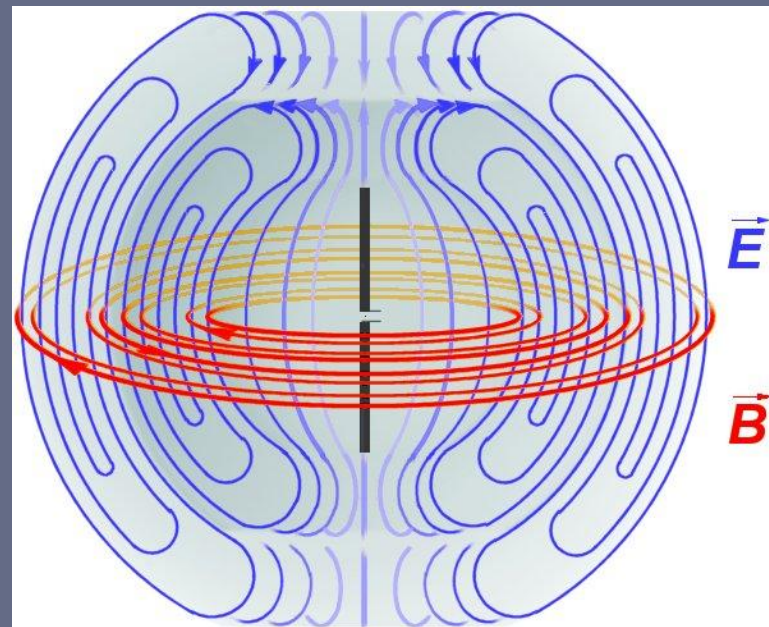
Pravilo desne ruke



palac pokazuje smjer gibanja pozitivnog naboja

Elektromagnetsko zračenje

Naboj koji se ubrzano giba zrači elektromagnetski val.



Titranje je ubrzano gibanje pa naboj koji titra zrači EM val

Kruženje je ubrzano gibanje pa naboj koji kruži zrači EM val

Atom

Atom se sastoji od jezgre i omotača

Jezgra se sastoji od protona koji su pozitivni i neutrona koji su neutralni

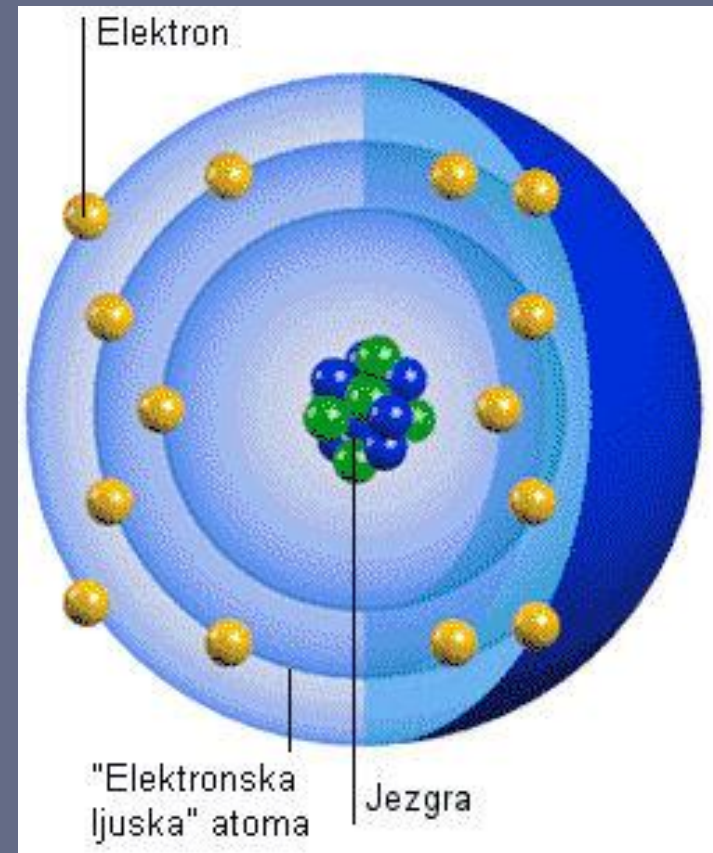
$$m_p = m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Omotač se sastoji od elektrona koji su negativni

$$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

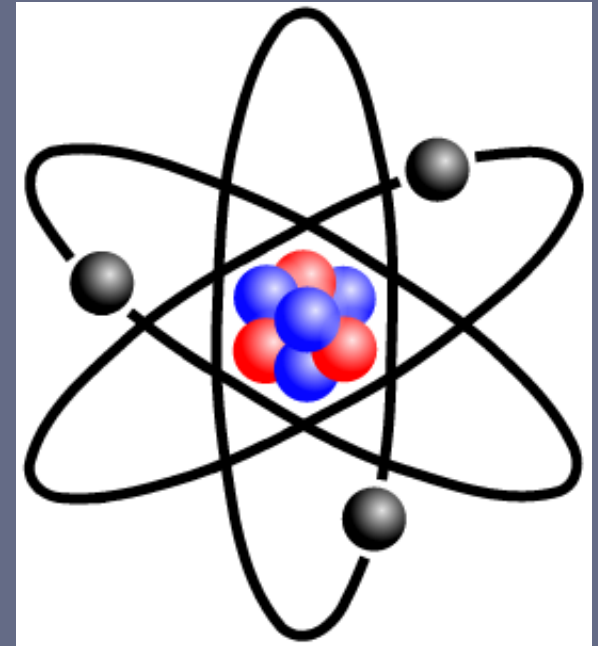
Broj protona i elektrona je jednak pa je atom neutralan

Ako atomu dodamo/oduzmemo jedan elektron, on postaje pozitivan/negativan ion



Planetarni model atoma

Elektroni kruže oko jezgre jer ih privlači električna sila, isto kao što planeti kruže oko sunca jer ih privlači gravitacija



Problem:

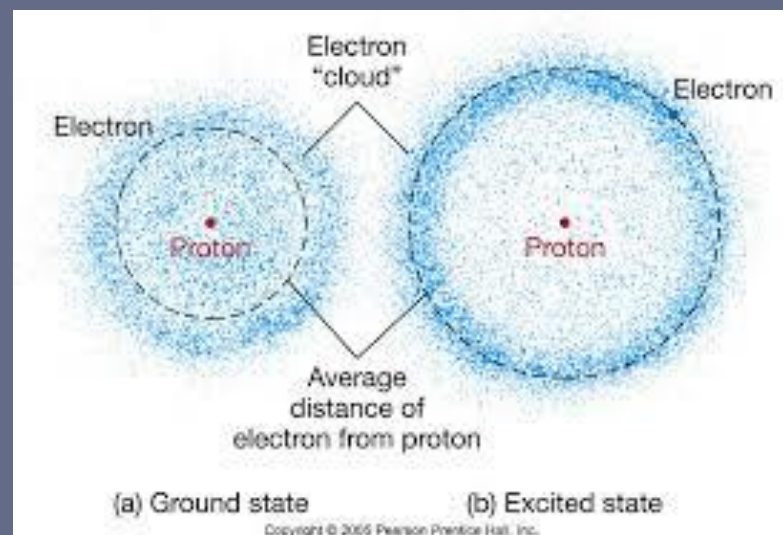
Kruženje je ubrzano gibanje pa elektron koji kruži zrači EM val i tako gubi energiju.

Zbog toga mu se polumjer putanje smanjuje i on uskoro pada na jezgru.

Bohrov model atoma

Elektroni ne kruže oko jezgre već se nalaze u njejoj blizini.

Nije moguće odrediti gdje se točno elektron nalazi u nekom trenutku, već samo kolika je vjerojatnost da se on negdje nađe (valna funkcija)



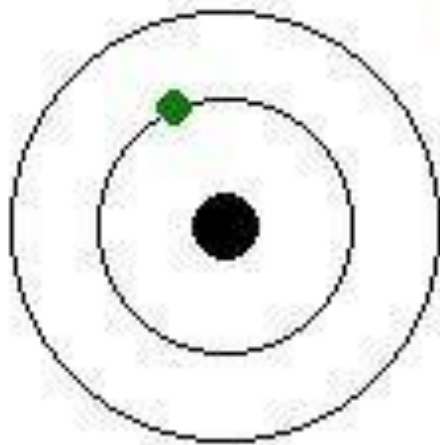
Elektron u nižem stanju ima manju energiju i za njega je vjerojatnije da će biti bliže jezgri.

Elektron u višem stanju ima veću energiju i za njega je vjerojatnije da će biti dalje od jezgre.

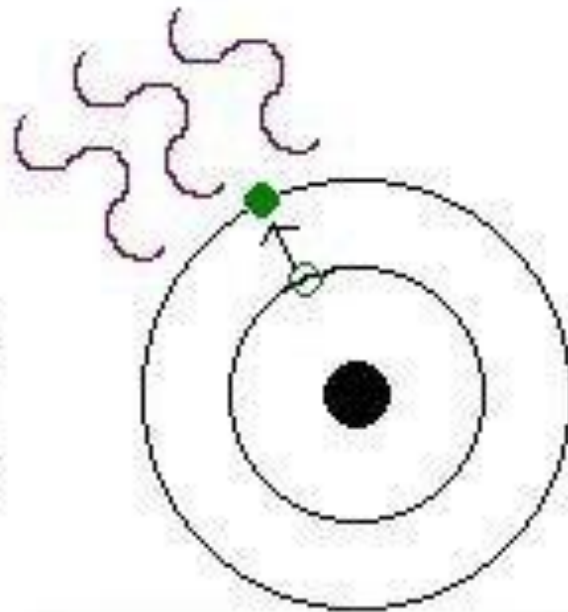
Elektron prelazi iz nižeg u više stanje kad dobije dovoljno energije.

Što se događa kad elektron prijeđe iz višeg u niže stanje?

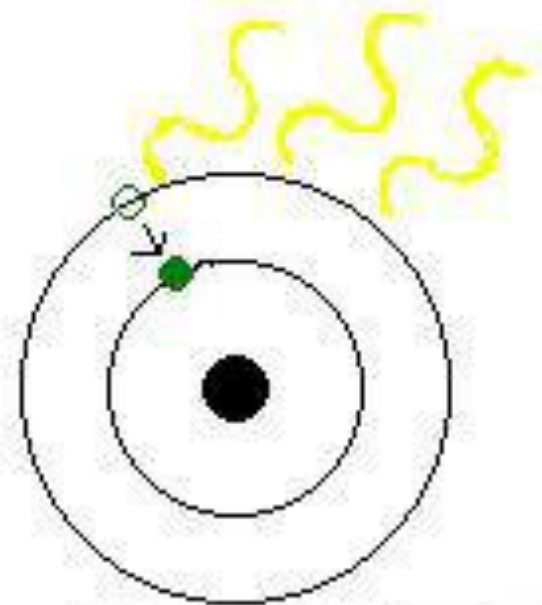
Zračenje atoma



atom u osnovnom stanju



atom apsorbira EM val i prelazi u pobuđeno stanje

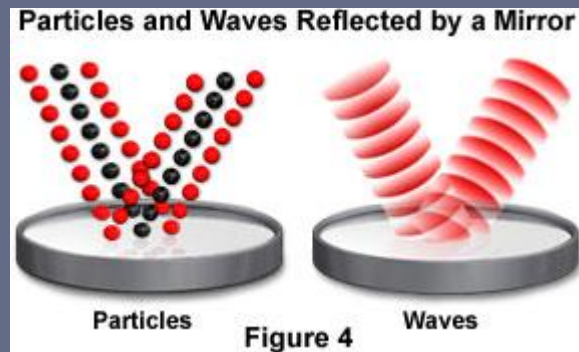


atom se vraća u osnovno stanje i emitira EM val

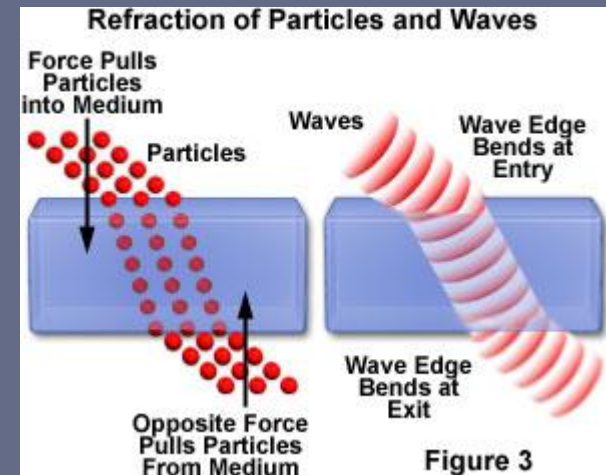
Dualnost

Je li svjetlost val ili roj čestica?

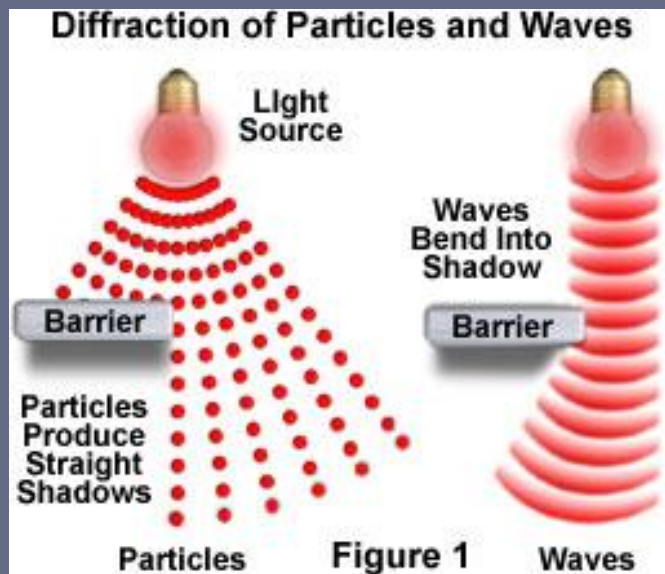
refleksija:



lom:

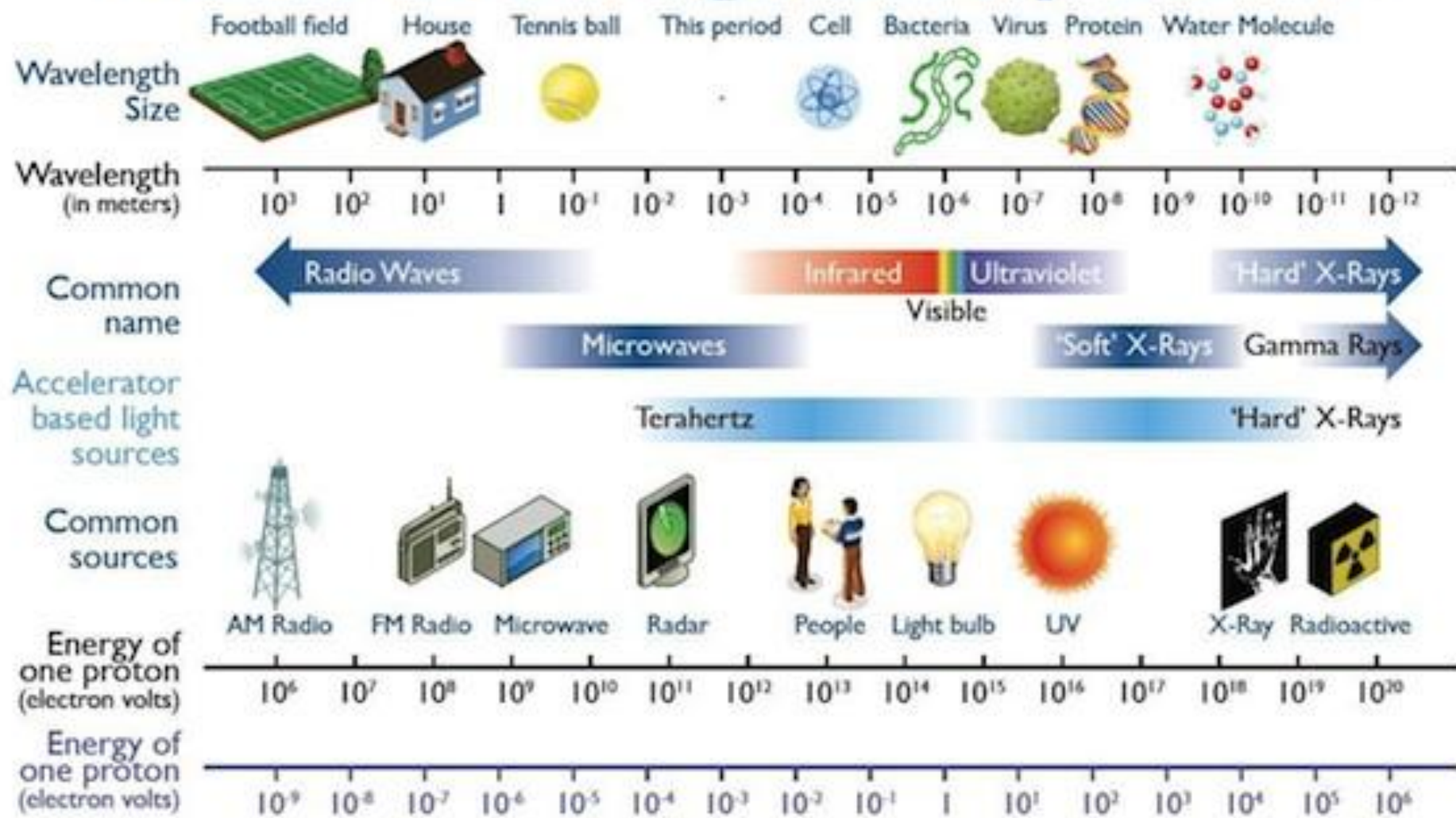


ogib:



Svjetlost se nekad ponaša kao val a nekad kao roj čestica (**fotona**) pa kažemo da je njena priroda **dualna**. Isto vrijedi i za elektrone.

The Electromagnetic Spectrum



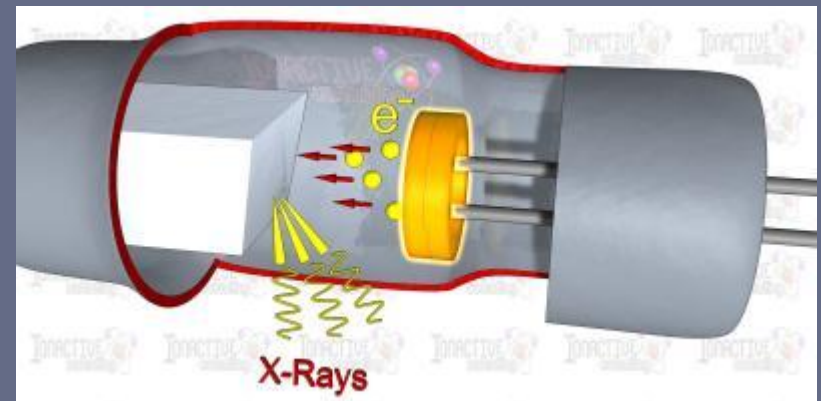
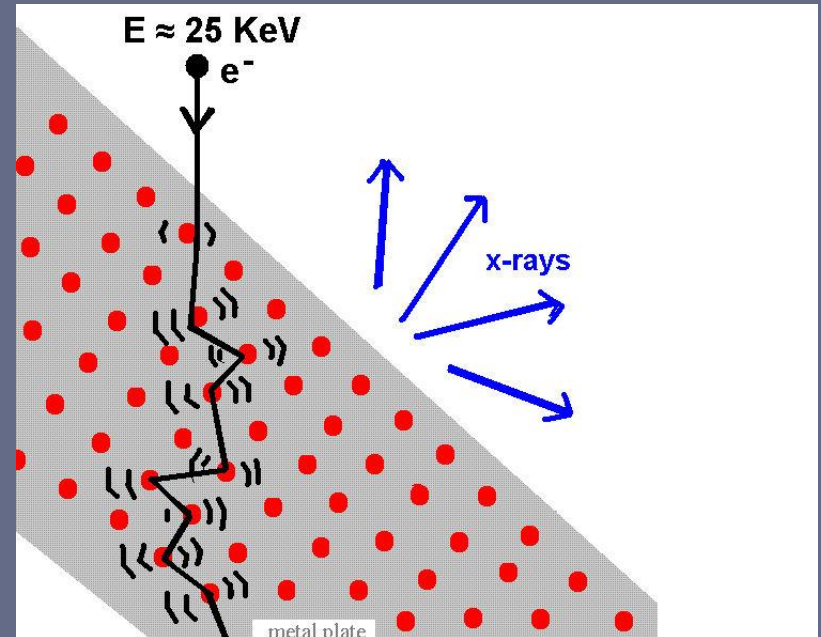
X-zrake

Elektron velike energije (brzine) ulijeće u neki materijal i tu se sudara s česticama pa usporava (koči)

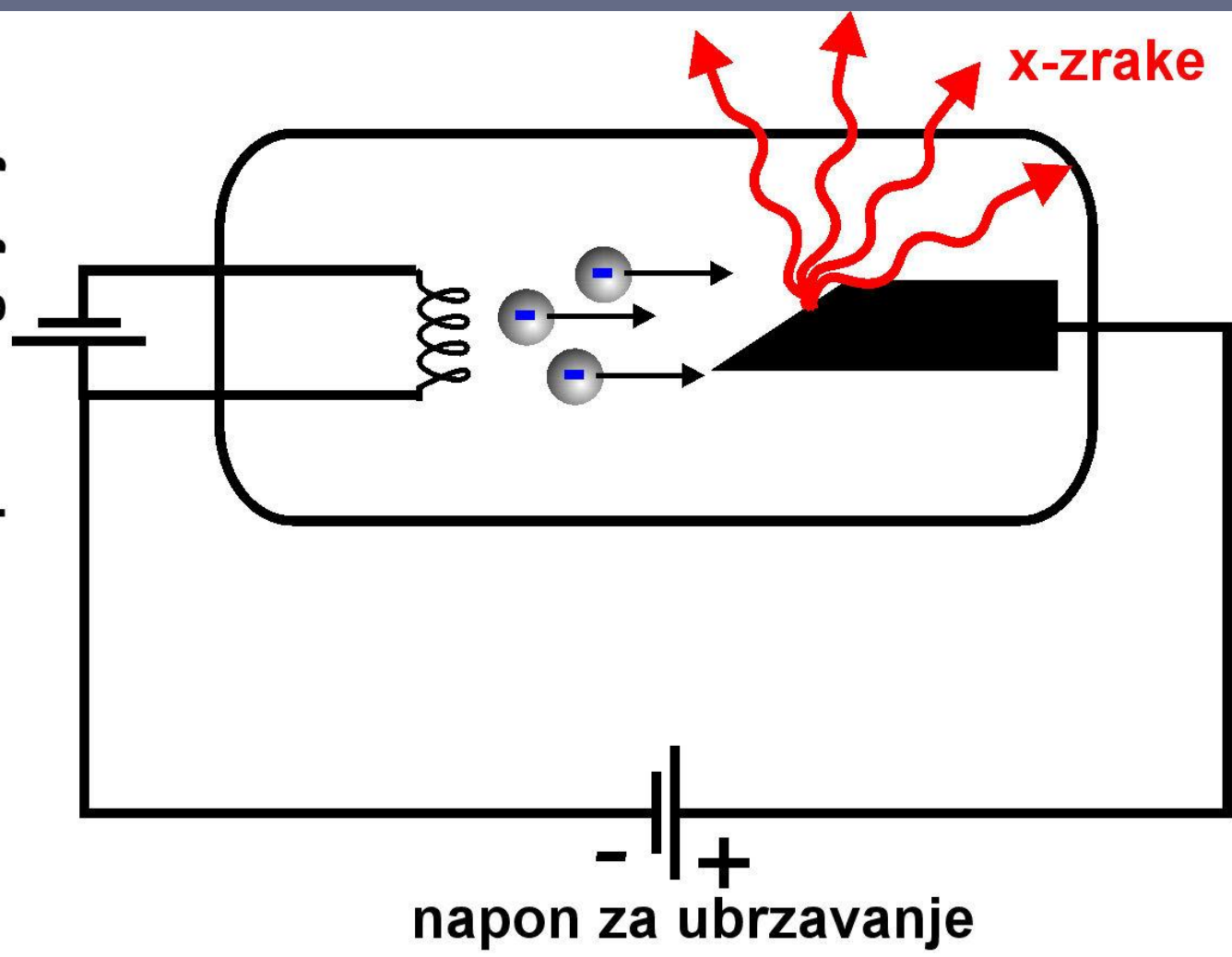
S obzirom da mijenja brzinu, elektron zrači EM val.

Tu pojavu zovemo zakočno zračenje (bremsstrahlung).

Tako nastaju x-zrake (Röntgen)



napon za grijanje

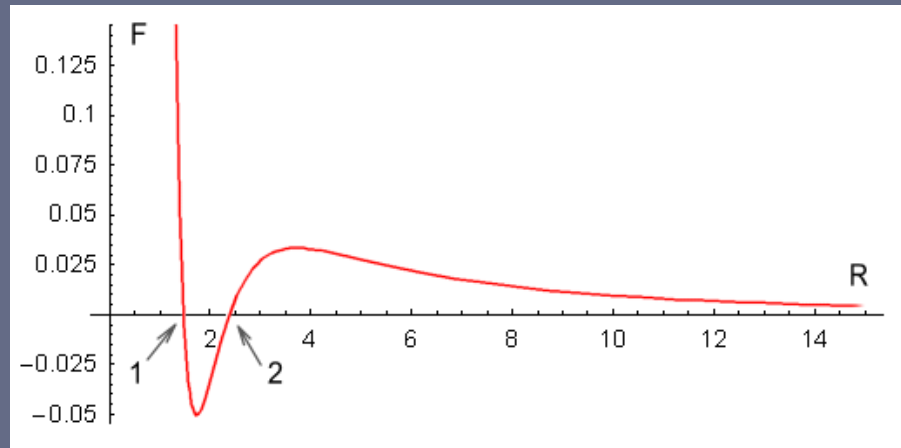


napon za ubrzavanje

Atomska jezgra

- Jezgre se sastoje od nukleona: protona i neutrona
- Protoni su pozitivni pa među njima djeluje odbojna električna sila
- Zašto se jezgra ne raspadne?
- Jer među nukleonima djeluju jake nuklearne sile.

- Yukawa:



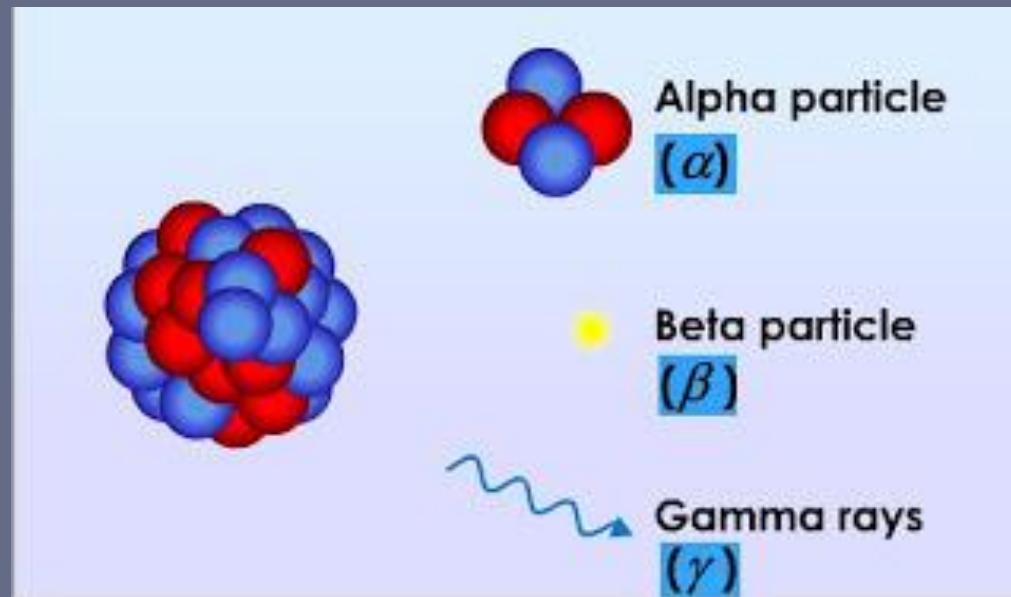
- Kad su dva nukleona blizu, nuklearna sila prevladava

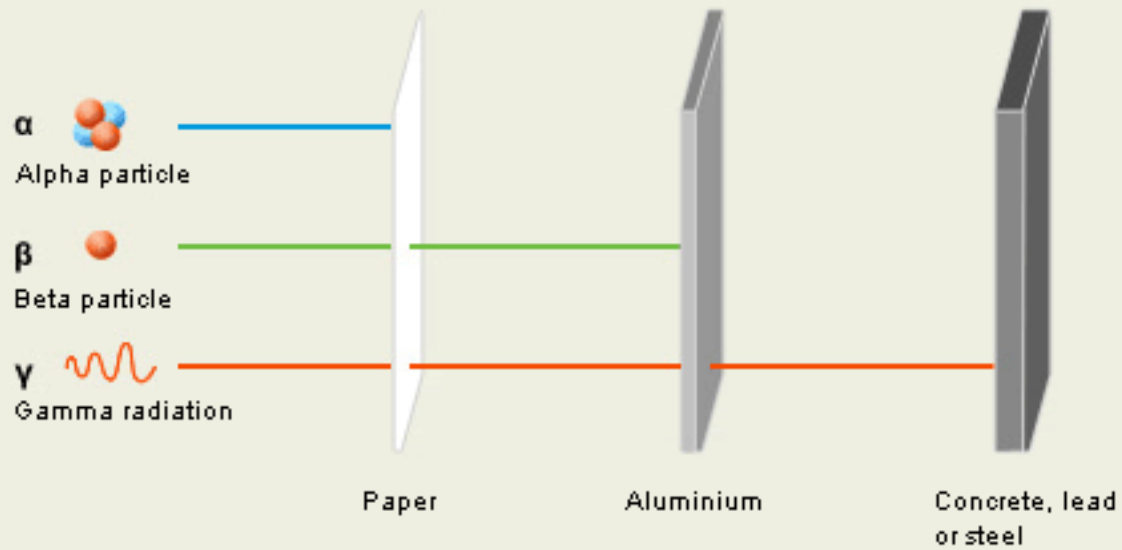
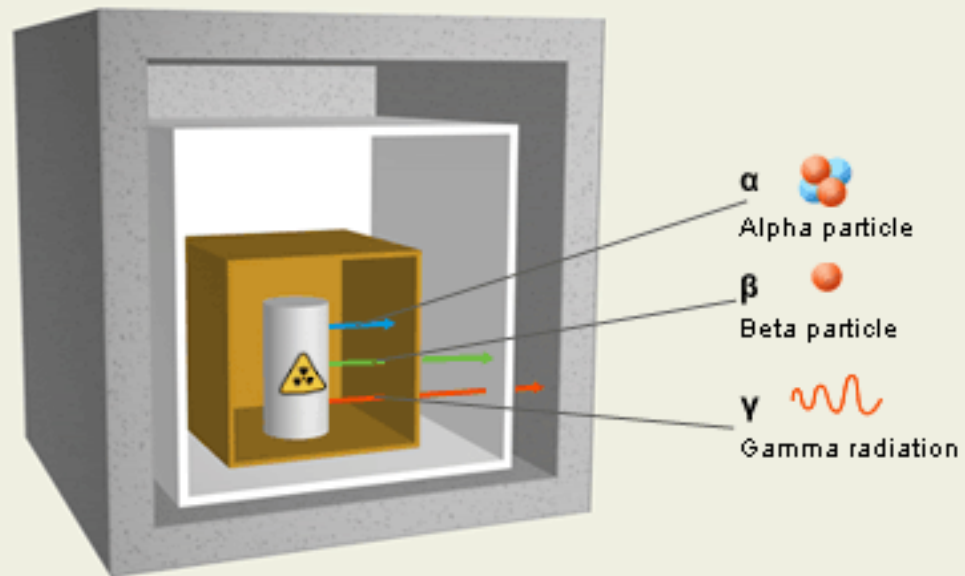
Atomska jezgra

- Kad jezgra ima puno protona, električna sila nadjačava nuklearnu i jezgra je nestabilna
- Neutroni djeluju nuklearnom silom, ali ne djeluju električnom pa oni pridonose privlačenju ali ne i odbijanju
- Dakle, neutroni čine jezgru stabilnom
- Mala jezgra biti će stabilna i s malim brojem neutrona, ali velikoj treba puno neutrona da bi bila stabilna
- Atomi s jednakim brojem protona a različitim brojem neutrona nazivaju se izotopi

Radioaktivnost

- Nestabilna jezgra prelazi u stabilnu tako da se oslobodi viška čestica ili viška energije, tj. raspada se i zrači.
- Postoje tri vrste zračenja:
 - alfa (jezgra helija)
 - beta (elektron)
 - gama (EM zračenje)





Ionizirajuće zračenje

- Kad svjetlost pada na atom predaje energiju elektronu i on prelazi iz nižeg u više stanje
- Energija svjetlosti (fotona) jednaka je razlici energija višeg i nižeg stanja elektrona
- Što ako na atom padne svjetlost čiji fotoni imaju energiju veću od razlike između osnovnog i najvišeg mogućeg stanja?
- Takav foton će dati elektronu dovoljno energije da se odvoji od atoma.
- Time će atom postati ion pa takvo zračenje zovemo ionizirajuće zračenje.

Ionizirajuće zračenje

- Vidljiva svjetlost, pa čak ni ultraljubičaste zrake nemaju dovoljno energije za ionizaciju već su potrebne zrake veće energije
- Osim EM zračenja (fotona) uzrok ionizacije mogu biti i čestice koje imaju energiju i predaju je elektronu

Ionizirajuće zrake:

X-zrake

gama zrake

Ionizirajuće čestice:

alfa čestice (jezgre helija)

beta čestice (elektroni)

pozitroni (anti-elektroni)

neutroni

Magnetska rezonancija

- Atomi i molekule su mali magneti koji osciliraju
- Svaki takav magnet ima svoju vlastitu frekvenciju
- Ako ga stavimo u oscilirajuće vanjsko magnetsko polje, i mijenjamo frekvenciju tog polja možmo postići rezonanciju
- Znajući na kojoj frekvenciji smo postigli rezonanciju možemo znati o kojem atomu ili molekuli se radi