Prof.dr Simon Nikolić
stomatologija

Jonizujuće zračenje



MMXV



1901 Nobel prize in physics



Wilhelm Conrad Röntgen

b. 1845 Lennep Prussia (now Germany)

d. 1923

Munich Un., Germany



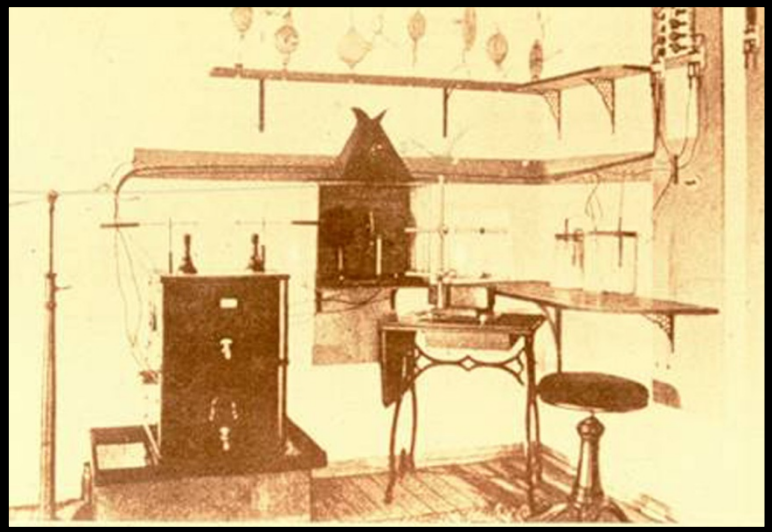
"in recognition of the extraordinary services he has rendered by the discovery of the remarkable rays subsequently named after him"

Istorijat



Kraljevina Srbija

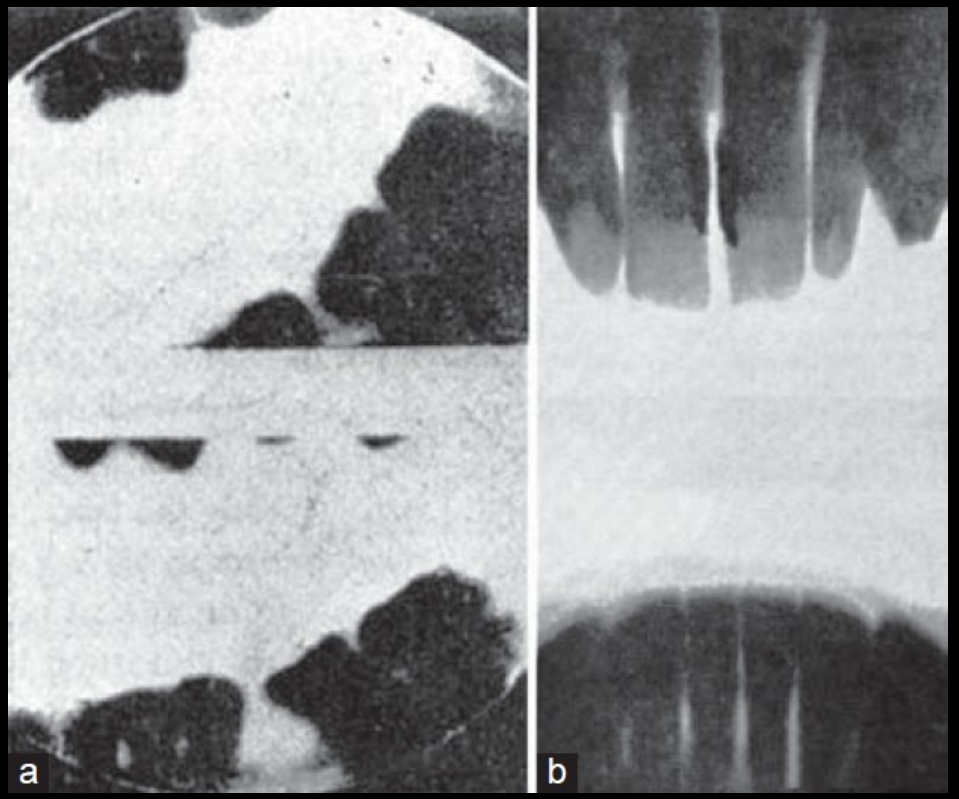
1897. ***Dr Avram Vinaver*** (1870-1913) Šabac
1906. Vojna bol. Niš
1908. Opšta drž.bol. Beograd
1910. Okružna bol. I reda Niš
Vojna bol. Beograd
1936. Zvečan



Istorijat

1896.

First dental radiograms obtained in Germany
by Otto Walkhoff (a)
and Wilhelm Koenig (b)



Morton - staklena ploča

1920. ***Haward Raper***

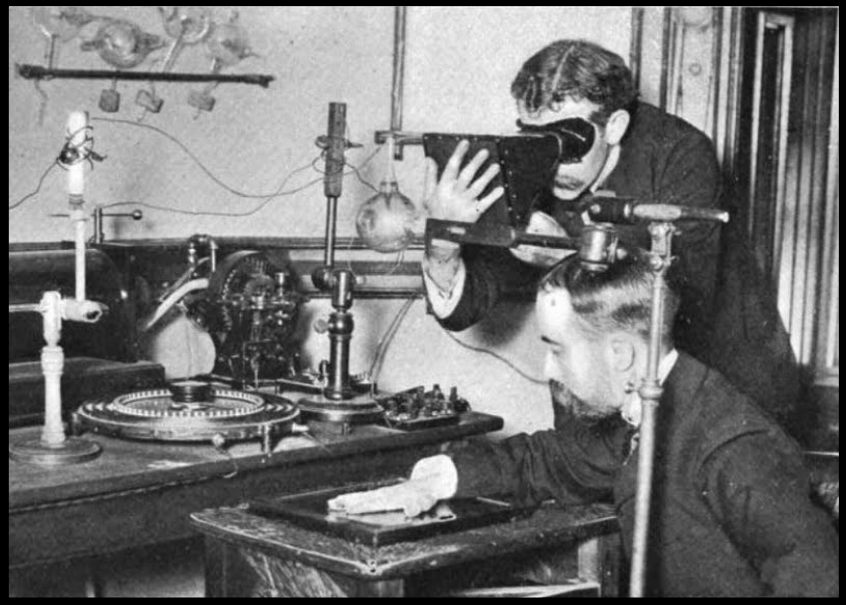
Istorijat

W.C.Röndgen X-zraci ne prolaze kroz olovni lim.

Grubbe prilikom ispitivanja sa Kruksovom cevi ruka postala osetljivija na dodir, crvena i otečena.

29.jan.1896 g. snimanje dojke sa zaštitom okolnog tkiva

1896 ***N.Tesla*** "...eksperimentatori ne treba da budu u blizini rendgen cevi..." princip rastojanja.



Istorijat

1897 "***Dominion Dental Journal"*** opisuje slučaj:

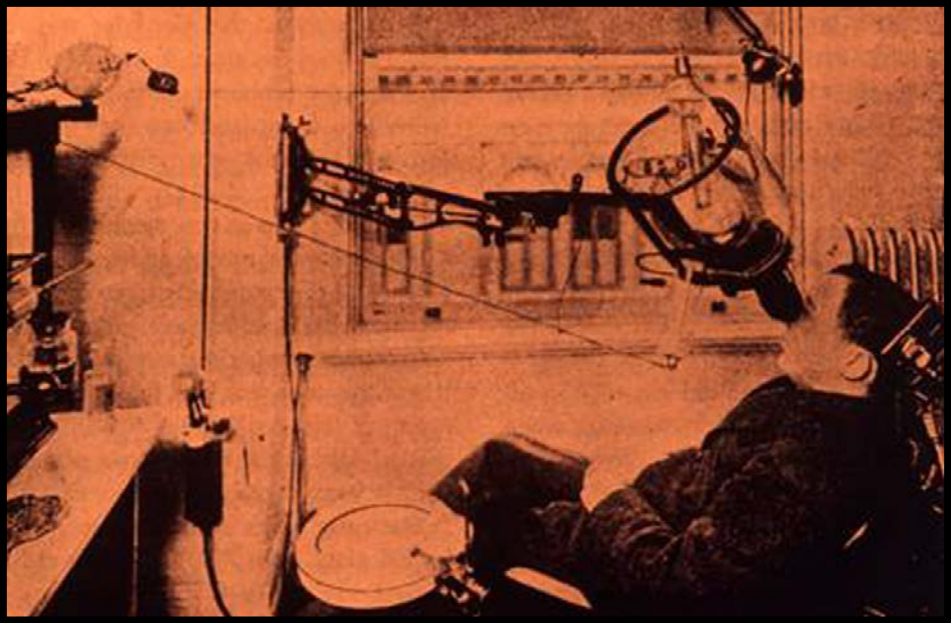
"Jednoj mladoj ženi snimljena su dva zuba u cilju postavljana tačne dijagnoze. Nekoliko dana posle snimanja koža lica, leve ruke i grudi bila je prekrivena plikovima i na kraju se oljuštila. Levo uvo je nateklo a kasnije na njega više nije čula. Sem toga kosa je počela da opada u pramenovima."

Expozicione doze su trajale 8 - 13 min.



Istorijat

H.H. Hicks stomatolog "Ja sam žrtva prekomernog izlaganja zračenju. Dok sam 1920 g. bio na koledžu nije se specijalno isticala opasnost od prekomernog ozračivanja. Zbog mog neznanja i nemarnosti zadobio sam opekotine što je za posledicu imalo gubitak oba palca. Nisam znao ništa o rasutom zračenju niti o opasnostima u vezi sa držanjem filmova u ustima pacijenta."



Istorijat

Dally umire od opekotina zadobijenih prilikom eksperimenata, te Edison čiji je bio saradnik prekida sa daljim radom na tom polju.

U prvih nekoliko godina nakon otkrića X-zraka 336 osobe su žrtve nekontolisane primene.

od čega je † 251 osoba.



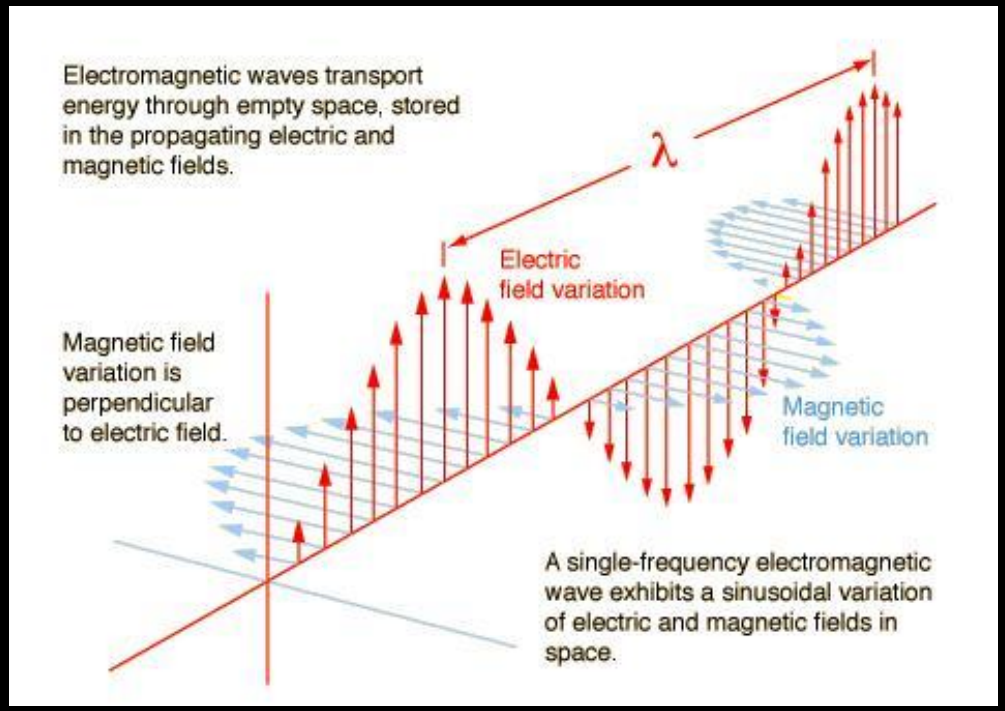
1929 g.

Jonizacija udaljavanjanje jednog ili više orbitalnih elektrona iz energetskog sistema atoma.

Aproksimativno energija jonizacije
- u organskoj matriji potrebno više od 10 eV,
- u neorganskoj materiji veća od 34 eV.

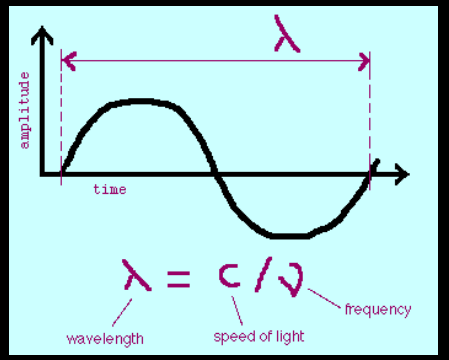
Korpuskularne prirode
- Alfa čestice
- Beta čestice
- Neutroni, Pi mezoni, ...

Elektromagnetne prirode
- Gama zraci
- X-zaci

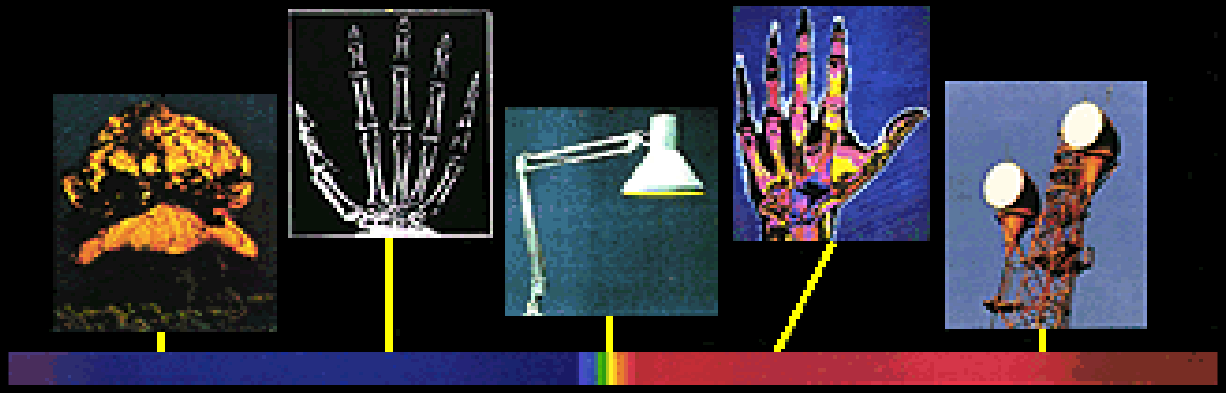


Osnovna svojstva X zračenje

- Prostiru se pravolinijski
- ≈ brzini svetlosti ($3x10^{18}$ m/s)
- Talasne dužine 10^{-15} - 10^{-8} m
- Energija fotona 15,5 eV - $1,24 x10^{9}$ eV

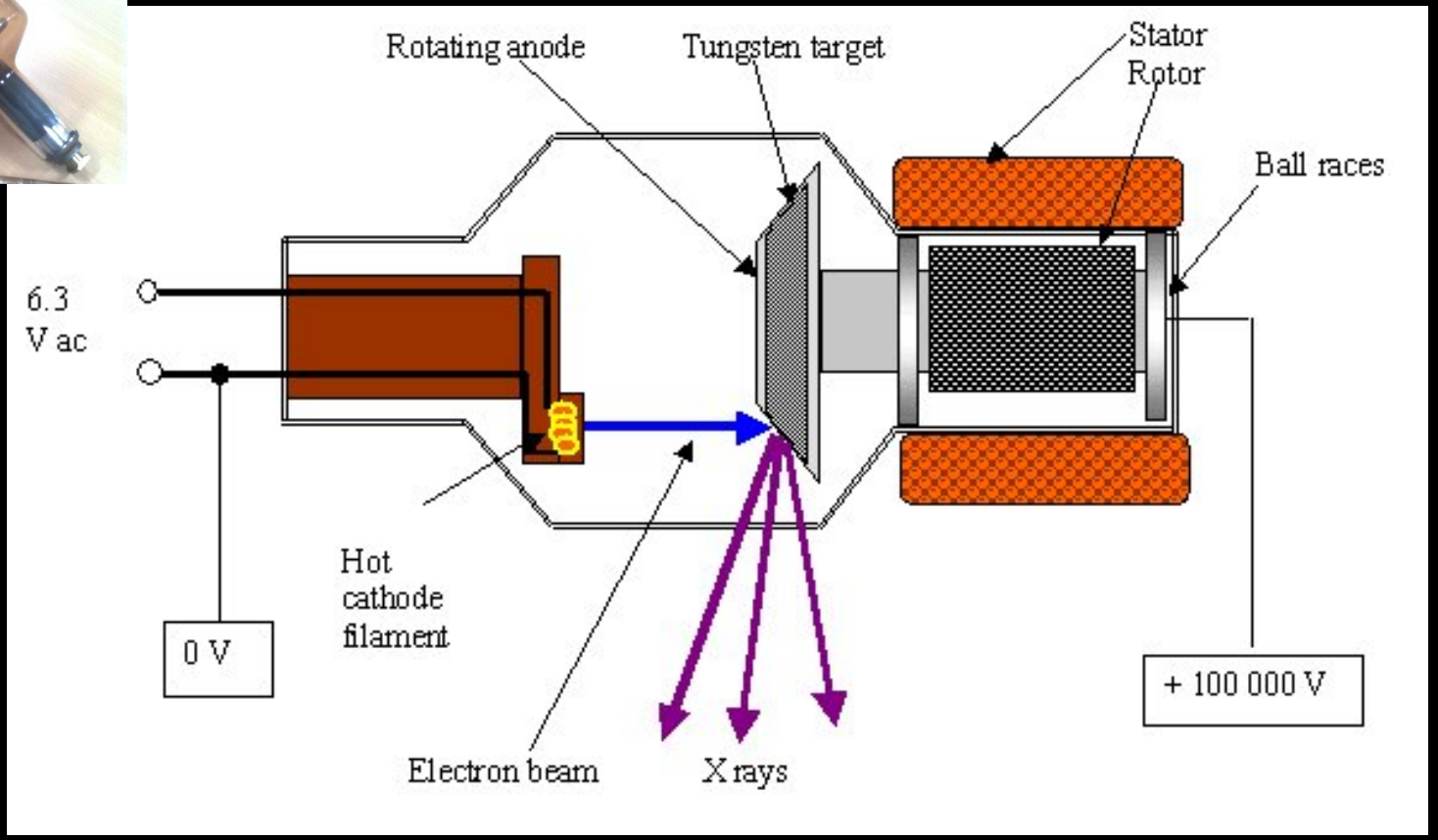


$E=hc/\lambda$



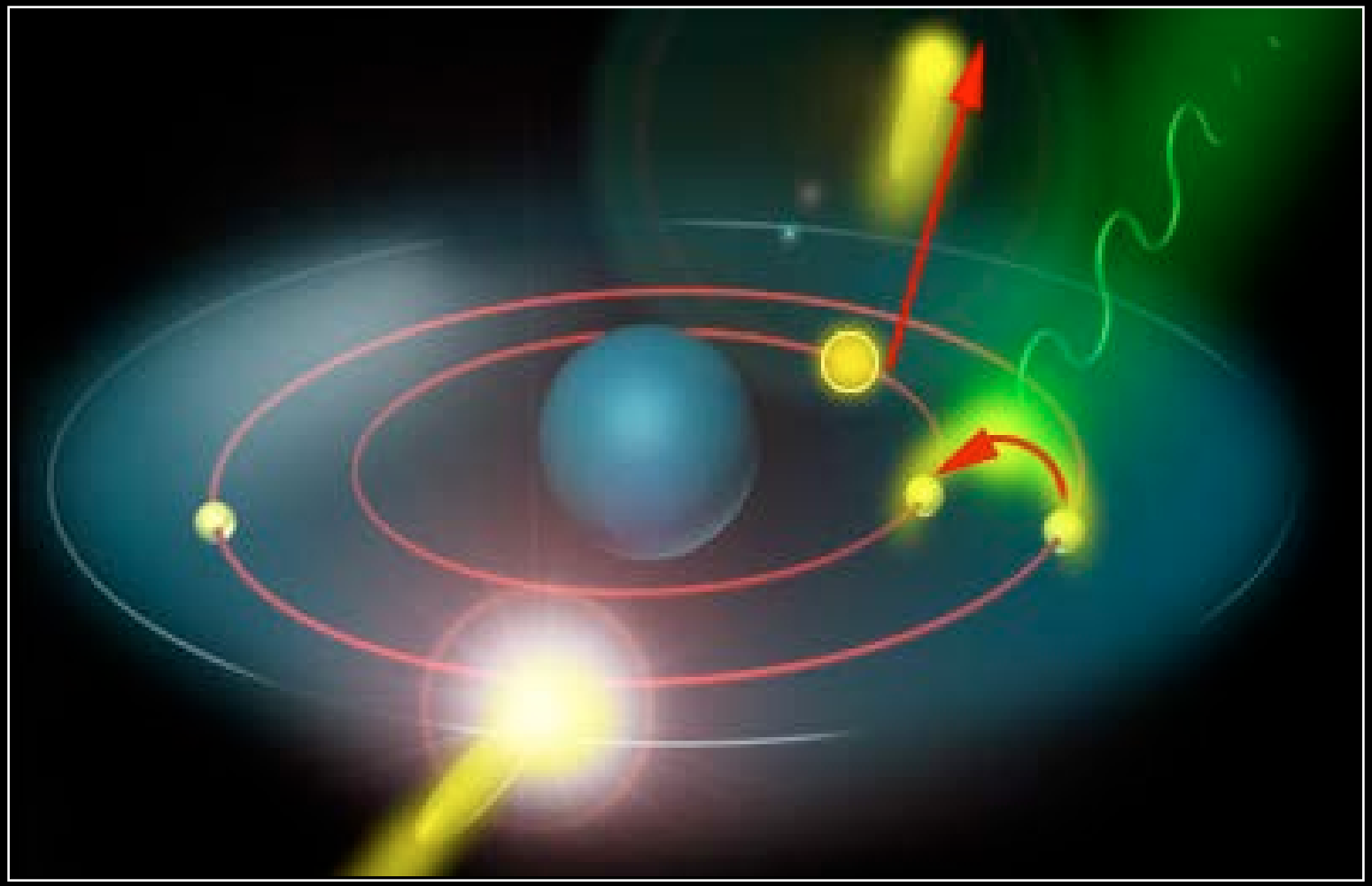
Dobijanje X-zraka





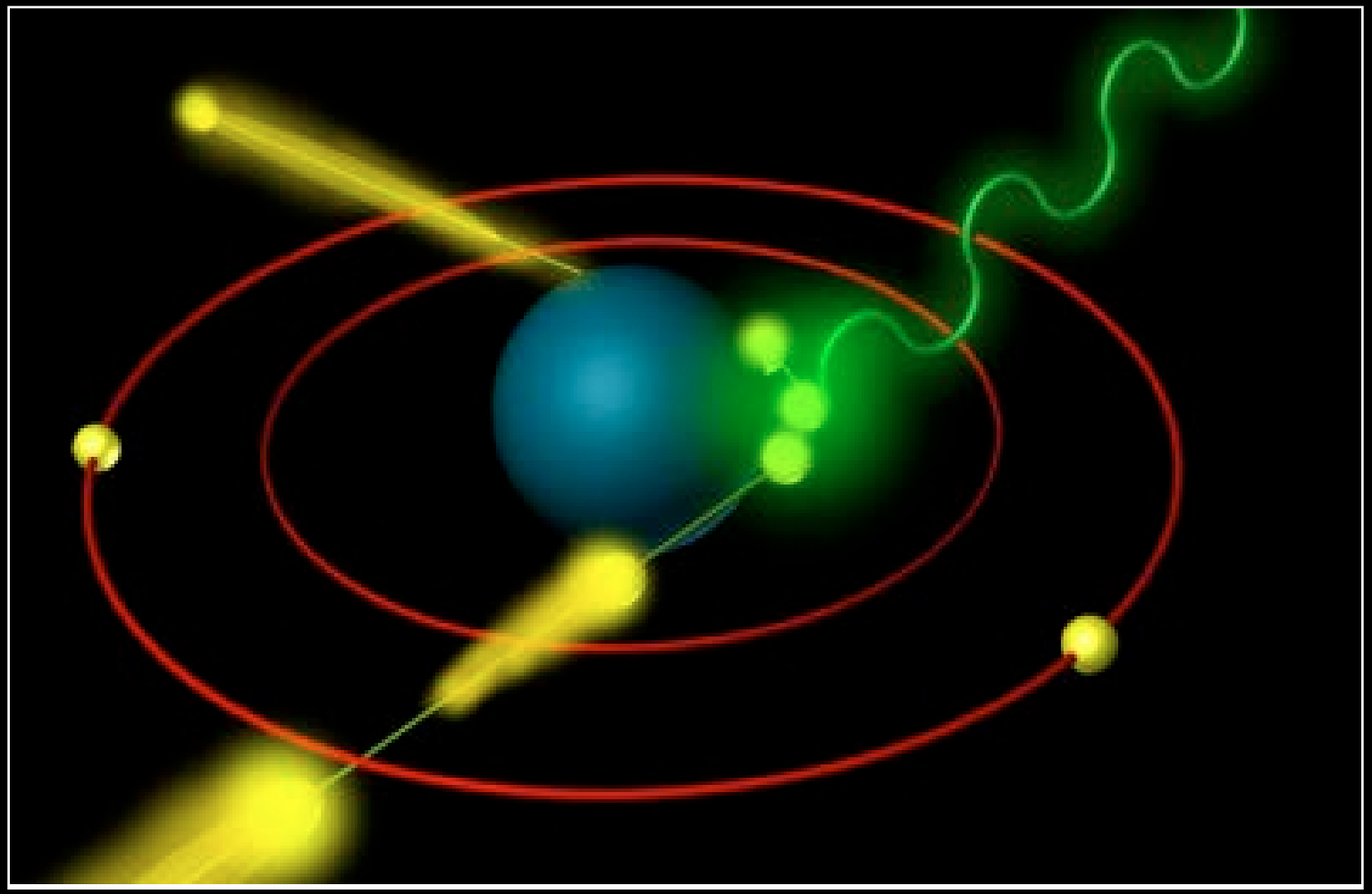
Veći deo energije je zagrevanje
(izbacivanje elektrona iz periferne orbite)

Karakteristično zračenje - linijski spektar



Proizvodnja x zraka definisane energije

Zakočno zračenje - kontinuirani spektar



Bremsstrahlung radiation

Osobine X zraka
važne za rendgenologiju

- Biološko dejstvo

  penetracija kroz tkiva i interakcije sa atomima tkiva

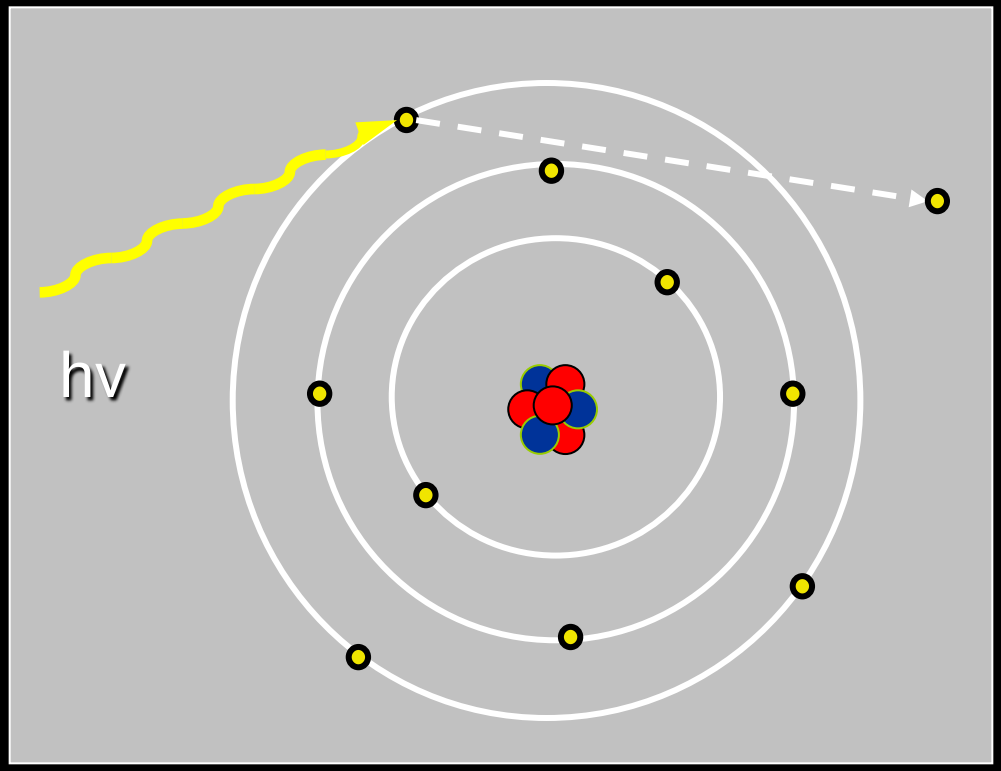
- Hemijsko dejstvo

  na fotoemulziju filma

- Fizičko dejstvo

  osobina fluorescencije folija

Fotoelektrični efekat

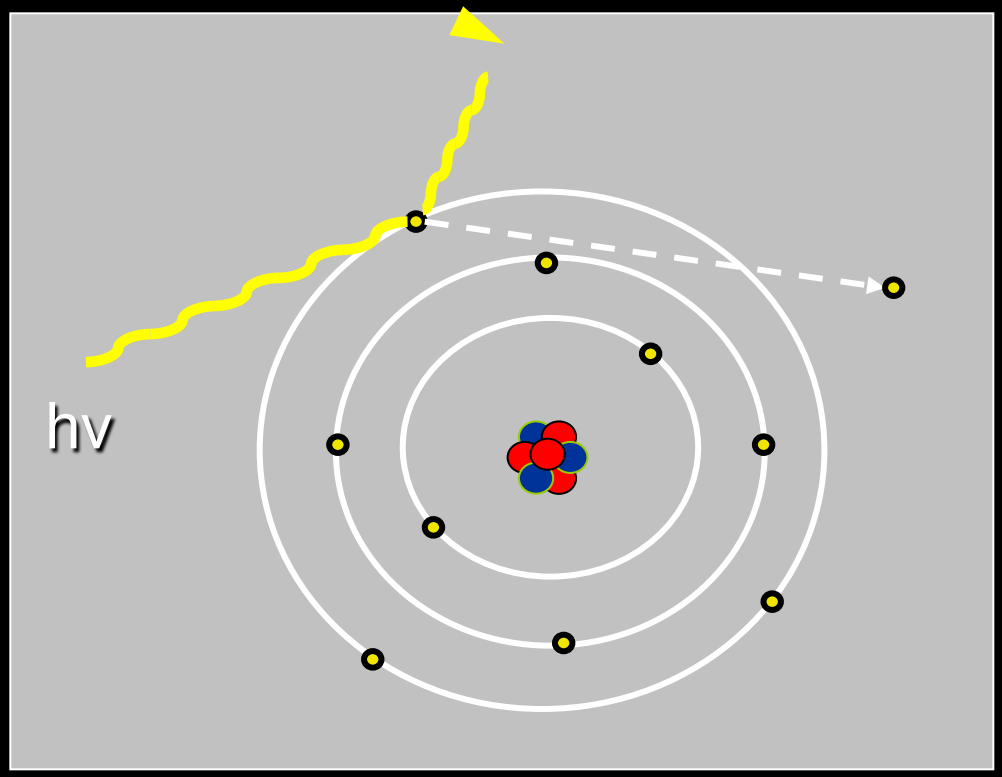


En zračenja ispod 50 keV.

Javlja se:
- apsorpcija
- rasuto zračenje

Ukoliko su energije fotona i energije vezivanja elektrona približno jednake (34 eV).
U atomima većeg atomskog broja izbacuje elektone iz perifernijih orbita.

Compton-ov efekat

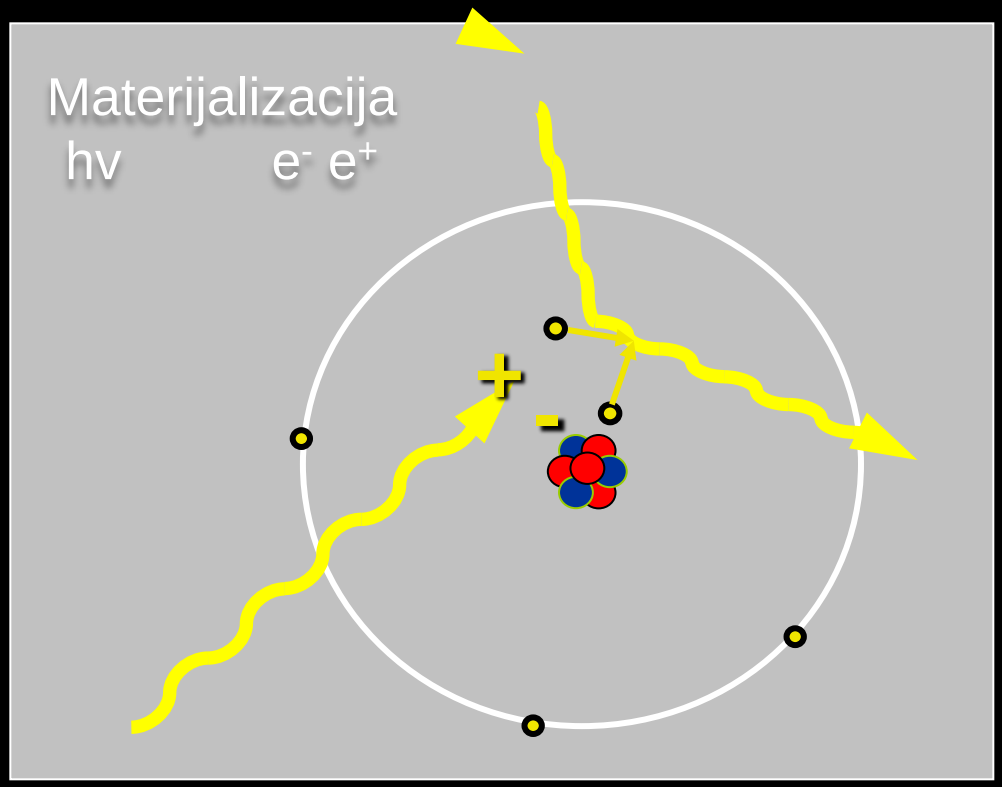


En zračenja 0,3 - 1 MeV

Javlja se:
- rasuto zračenje
- zacrnjenje filma

Ugao skretanja manji ukoliko je energija upadnog fotona veća.
(75 keV = 0^0 74,3 keV = 30^0 66 keV = 90^0)

Per efekat



En zračenja 1,022 MeV

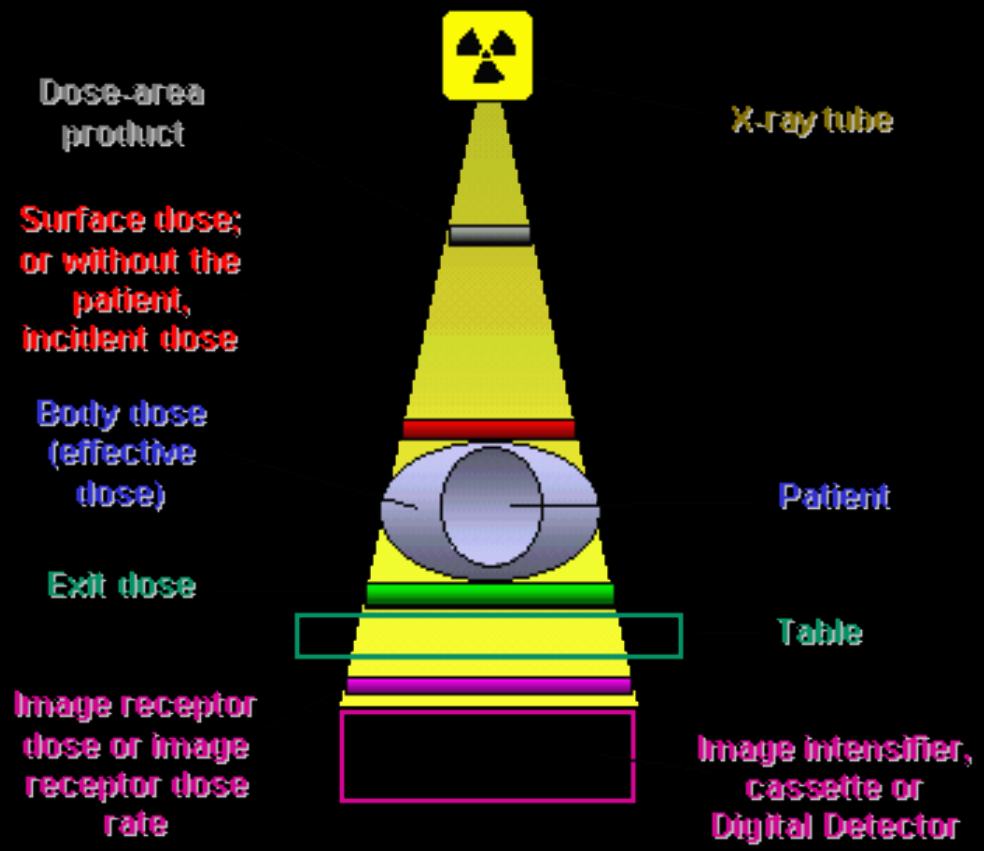
Najčešće 2,5 - 25 MeV



	Voda		Kalcijum		Kontrastna sredstva	
	20 keV	100 keV	20 keV	100 keV	20 keV	100 keV
Fotoefekat	60%		90%		85%	95%
Comptonov efekat	30%	90%	5%	85%		
Koherentno rasejanje	10%		5%			

Energije u Dg.Rtg. ne prelaze 150 keV

Dozimetrija



Savremeni sistem dozimetrijskih veličina
prati redosled interakcija zračenja sa materijom.

- Ekspoziciona doza **C/kg**

  Količnik naelektrisanja (X i Gama) i mase vazduha,

  nema definisanu jedinicu

- Apsorbovana doza **Gy** = J/kg

  Srednja količina apsorbovane energije (bilo koje vrste jon.zračenja) predate u jedinici mase tkiva.

- Ekvivalentna doza **Sv** = J/kg • Q

  Apsorbovana doza i faktor radijacije (x-ray 1, neutron 10, alfa 20)

  definiše nastajanje kasnih stohastičkih efekata usled izlaganja jon.zrač.

- Efektivna doza **Sv** $= \Sigma H_T \bullet W_T$

  Ekvivalentna doza i težinski faktor tkiva

  Isto jon.zrač. istog intenziteta u različitim tkivima proizvovi različite biološke efekte.

- Kolektivni dozimetri (stacionarni, pokretni – Gaiger-Müler-ov)
- Lični (TLD-termoluminescentni, elektronski)
  soli metala $CaSO_4$, LiF, $Mg_3(BO_3)_2$
  emituju svetlost kada se izlože
  većoj temeraturi





Maksimalno dozvoljene doze na godišnjem nivou:

- Osobe koje rade sa izvorima jon.zračenja 5 mSv (A=15 mSv, B=50 mSv)
- Stanovništvo 1 mSv

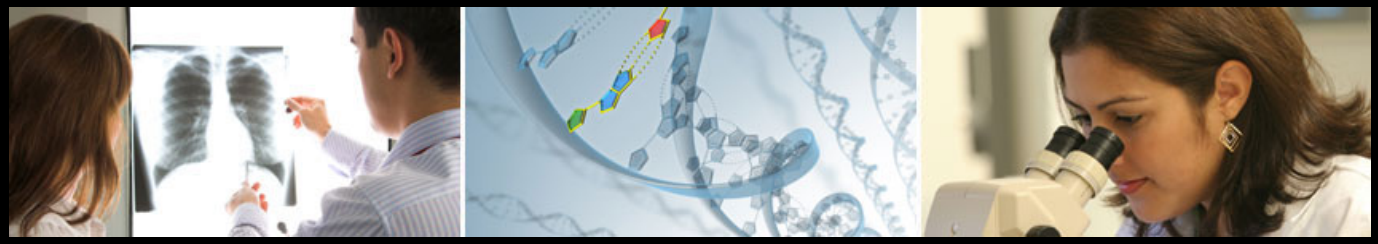
Biološki efekti jonizujućeg zračenja

Interakcijom x-zračenja i žive materije odvijaju se fizioko-hemijski reakcije koje menjaju funkciju i morfologiju a u dovoljnoj količini dovode do letalnog ishoda.

Mehanizam dejstva:

- Direktno na organsku matriju (molekule, DNK, RNK, proteine) dovodi do kidanja postojećih i stvaranja novih veza. Slede poremećaji metabolizma i fizioloških funkcija, mutacije i smrt ćelije.

  Antioksidativni stres ublažava se sa 4 reparatorna enzima koji neutrališu slobodne radikale ali se brzo iscrpljuju. Potrebno uključiti sekundarne antioksidanse (vit. A, C, E, koenzim Q_{10}, ...)



Molekuli vode su najzastupljeniji u živoj materiji (85%).

Velika je verovatnoća da će molekuli vode prvi da stupe interakciju sa zračenjem. Na neki način štite susedne organske molekule, ali mogu indirektno da ih oštete i inaktivišu.

- Indirektno

  preko I i II produkata radiolize vode i organskih molekula stvaranjem slobodnih radikala i kočenje hemijskih reakcija.

  Nestabilna konfiguracija (nesparen elektron u poslednjoj orbiti) omogućava nove hemijske reakcije i veza među makromolekulima.

  Model Chatterjeeva 2% svih slobodnih radikala dospeva do DNK.



Repair sistem

Svako oštećenje DNK može da bude kritično.

“Repair” mehanizmi su enzimski sistemi koji postoje u svakoj ćeliji a uloga im je u mehanizmu obnove ili rekonstrukcije DNK.

Podeljeni su grupe:

Jedna prepoznaje strukturnu grešku DNK i odstranjuje taj fragment,

Druga nadoknađuje odstranjeni deo a kao program za resintezu koristi odgovarajući deo u drugom komplementarnom lancu DNK.

U ćeliji postoje geni koji kontrolišu intaktnost genetskog koda.

Dejstvom jon.zračenja repair sistem može da bude inaktiviran a nastala strukturna oštećenja DNK postaju letalna za ćeliju.

Biološki efekti na organizam

- **Deterministički**

kada primljena doza pređe određenu granicu a stepen oštećenja raste sa porastom doze.

Javljaju se u dg.rtg. u uslovima duže vremenske radioskopije, izazivajući lokalizovanu ćelijsku reakciju.

Latentni period od 6 mes. do 20 god.





Oštećenja: kože, nokata, oka, kapilara, depresija koštane srži, poremećaji srčanog ritma, ubrzano staranje i skraćenje trajanja života.

- **Stohastički efekti**

stochastic - zasnovan na predpostavci

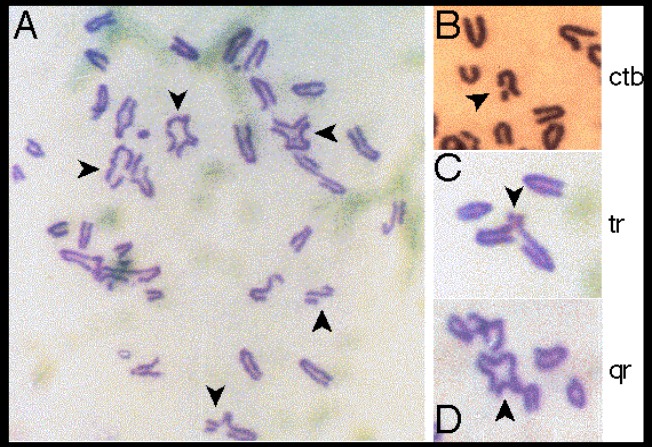
nemaju graničnu dozu jer svaka pa i najmanja doza može da prouzrokuje biološka oštećenja.

Razvijaju se:

- Leukemogeno dejstvo
- Kancerogeni efekat (pluća-bronha, dojka, štitasta žlezda)
- efekat na Gonade
- Teratogena oštećenja (nakaznost) u fazi organogeneze a kasnije mentalnih poremećaja i nisu nasledna
- Genetska oštećenja (mutacije)

Promene na somatskim ćelijama, prenose se na potomka koje izgrađuju zahvaćeni organ.

Promene na strukturi gena u polnim ćelijama, prenose na sve buduće generacije.





Zaštita od zračenja nikad nije potpuna

Osnovni principi zaštite



Rastojanje



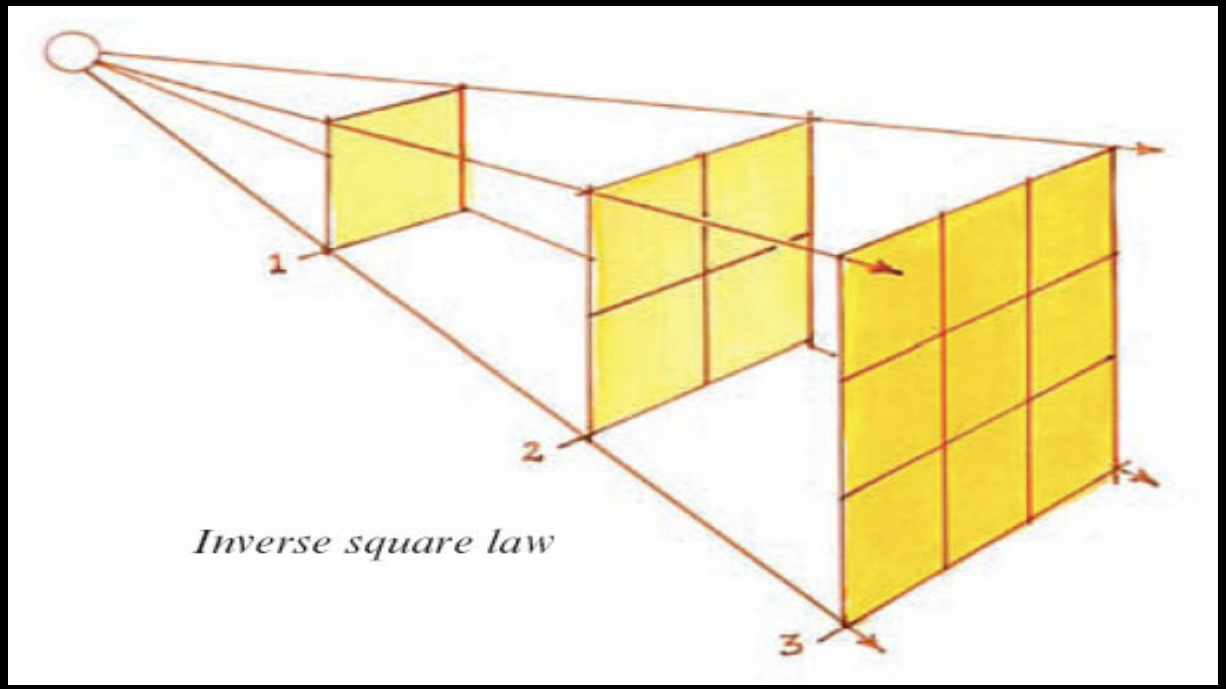
Vrema trajanja ozračivanja



Zaštitna sredstva

- Rastojanje

Intenzitet opada sa kvadratom rastojanja.
povećanjem rastojanja od 2m intenzitet opada 4x,



- Vrema trajanja ozračivanja

  - Imperativ zaštite i pri najmanjim dozama pacijenata i profesionalno izloženih lica.
  - Odgovornost snosi radiolog koji *odobrava* i *primenjuje* dg.postupak



ALARA princip

(As Low As Resonable Achievable)

Toliko nisko, koliko je razumno moguće

- Zaštita

1. **Zaštita prostora**
   Građevinsko prostorni elementi zaštite
2. **Zaštita uređaja**
   Tehnički elementi zaštite rtg cevi
3. **Zaštita osoblja**
   Lična zaštita
   Zajednička zaštita
4. **Zaštita pacijenata**
5. **Zakonodavna zaštita**
   Zakon o zaštiti od jonizujućeg zračenja

1. Zaštita prostora

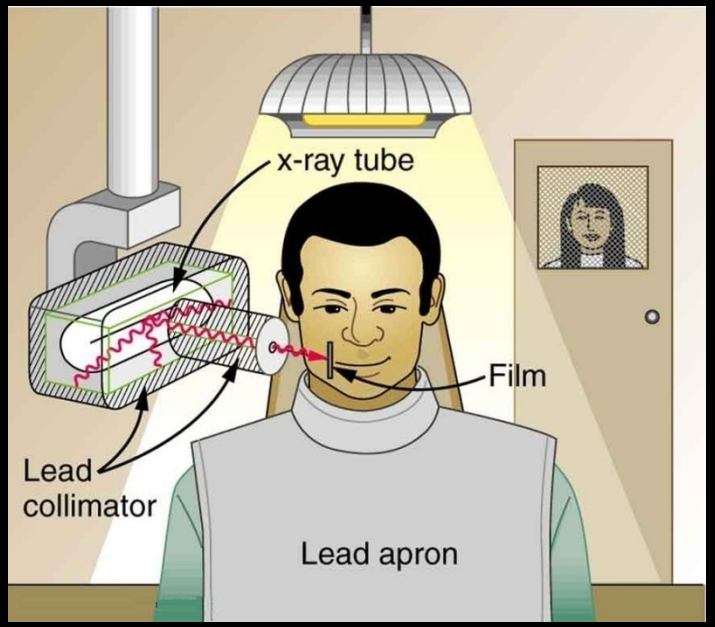
- Projektovanje radiološke dijagnostike prema tipu zdr.ustanove
- Površina radiološkog kabineta
- Projektovanje vodova visokog napona
- Debljina i sastav zidova
- Izmena vazduha u prostorijama



2. Tehnički elementi zaštite rendgen aparata

Sprovode se od strane proizvođača med.opreme

- Zaštita kućišta rendgen cevi
- Posavljanje odgovarajućih filtera
- Konstrukcija primarnih brana
- Postavljanje zaštitnih pregača i katedri



3. Zaštitna osoblje

- Zaštitna kecelja
- Zaštita za tiroideu
- Zaštitne rukavice
- Zaštitne naočare
- ...







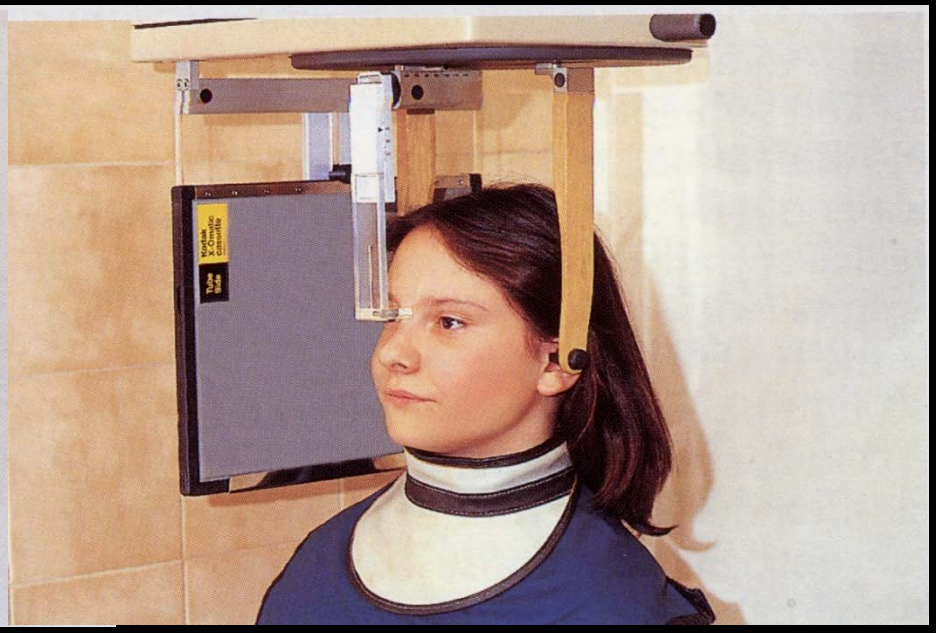


4. Zaštita pacijenata

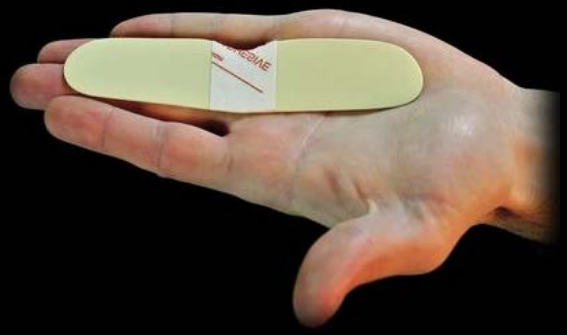








- Ne ispod 18 god.
- Pravilo 10 dana
- Zaštitna sredstva
- Ispravna aparatura
- ALARA
- Što manje zračno polje



- Stručno osposobljen kadar
- Koristiti zaštitna sredstva
- Ne smeju pridržavati pacijenta



5. Zakonodavna zaštita



- Agencija za zaštitu od jon.zračenja i nuklearnu sigurnost Srbije
  2 Zakona, 2 Uredbe, 18 Pravilnika
- Zakon o zaštiti od jon.zračenja i o nuklearnoj sigurnosti
  (Sl.glasnik RS br. 36/09)



- IEAE (International Atomic Energy Agency)
- ICRP (International Commision on Radiologycal Protection)

Osnovni principi zaštite pacijenata u radiološkoj dijagnostici

- Svako izlaganje X-zracima je nepoželjno.
- Primena X-zraka je finalna dijagnostička metoda u brzom dijagnostičkom postupku.
- Primeniti samo kod apsolutnih indikacija kod sledećih grupa pacijenata: mlađi od 30 god., trudnice, prof.izloženi zračenju.
- Smanjiti izloženost radiosenzitivnih tkiva

  (gonade, ćelije krvne loze, tiroidea)

Pravilo „10 dana”



Dijagnostički postupak upotrebom X-zraka kod žena koje su u reproduktivnom periodu može se primeniti samo u prvih 10 dana menstrualnog ciklusa.

Izuzetak su:

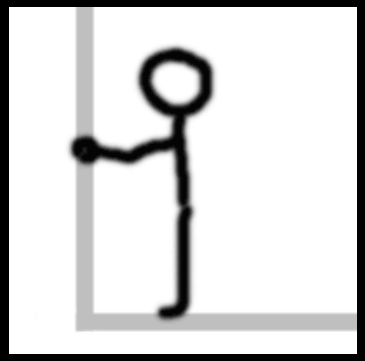
- Osobe koje koriste “sigurna” kontraceptivna sredstva
- Osobe u post menstrualnom periodu
- Osobe kod kojih postoji vitalna ugroženost

Prekid trudnoće da ili ne?

Odluka o prekidu trudnoće je individualna i zavisi od mnogo faktora.

- Fetalna doza ispod 100 mGy nije indikacija za prekid trudnoće.
- Fetalna doza manja ili jednaka 100 mGy se ne očekuje nastanak malformacija a nastanak kancera izazvanog zračenjem je oko 1:170.
- Fetalna doza iznad navedenih, trebala bi se raspraviti za svaki pojedini slučaj.





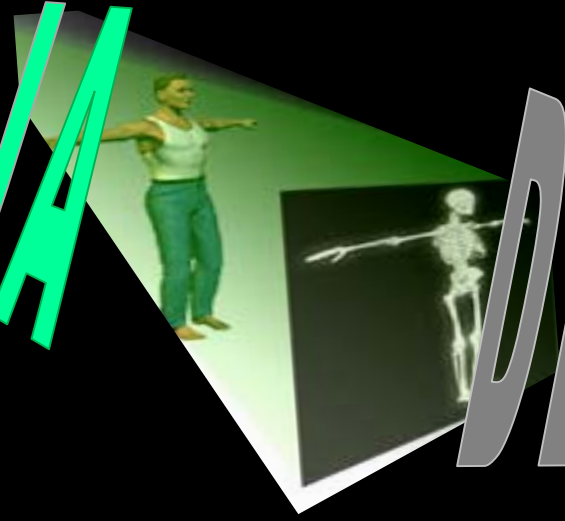
RADIOLOGIJA

način prenosa energije u prostoru

radiare (lat.) - zračiti

logos (grč.) - nauka

ENERGIJA



DETEKCIJA

Energija	Detekcija	Metoda
X-zrak	film - PES	Ro grafija - skopija
X-zrak	detektori	CT
UZ talas	UZ sonda	US
Magnetno polje	kalem	MRI
Radiofarmak	gama kamera	Scintigrafija



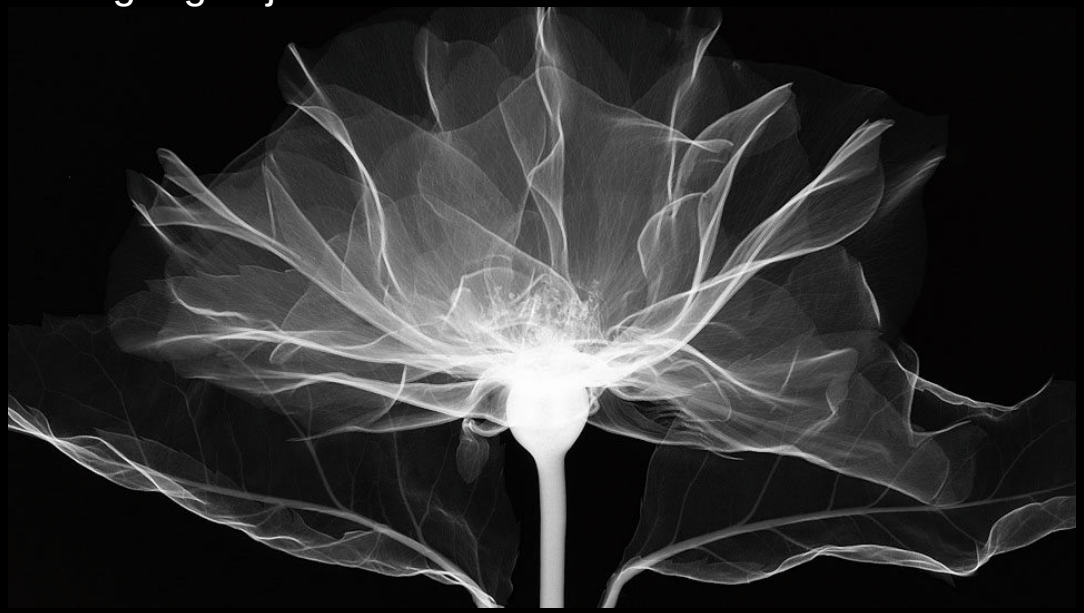
crtež

slika

fotografija

rendgengrafija

Image





http:// www.med.pr.ac/katedra/interna-medicina.php
e-mail: nikolicsimon@ikomline.net