

RADIOACTIVITATEA

Interacțiunea radiației cu substanța



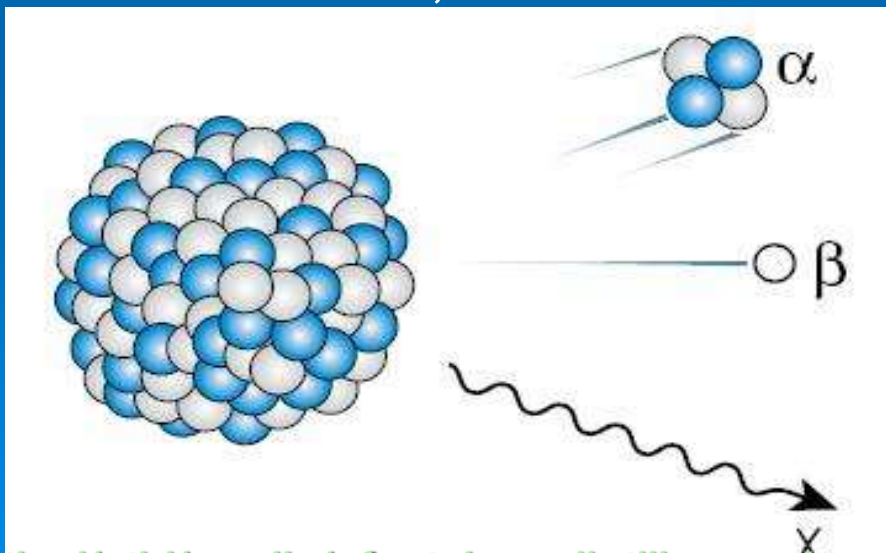
Radiația se află peste tot în natură. Ea poate fi radiație ne-ionizantă (ex. undele radio, lumina, microundele) sau radiație ionizantă (ex. razele X folosite în scopuri de diagnosticare medicală, razele gamma folosite în scopuri terapeutice).

Exista trei tipuri importante de radiație ionizantă:

Radiația Alfa. Particulele alfa (α) se compun din doi neutroni (fără sarcina electrică) și doi protoni (încărcați pozitiv).

Radiația Beta. Particula Beta este un electron liber. El penetrează materialul solid pe o distanță mai mare decât particula alfa.

Radiația Gamma. Radiația gamma (raza gamma) se prezintă sub formă de unde electromagnetice sau fotoni emiși din nucleul unui atom.



Radioactivitatea



nuclee instabile ce emit radiatii spontan



Naturala



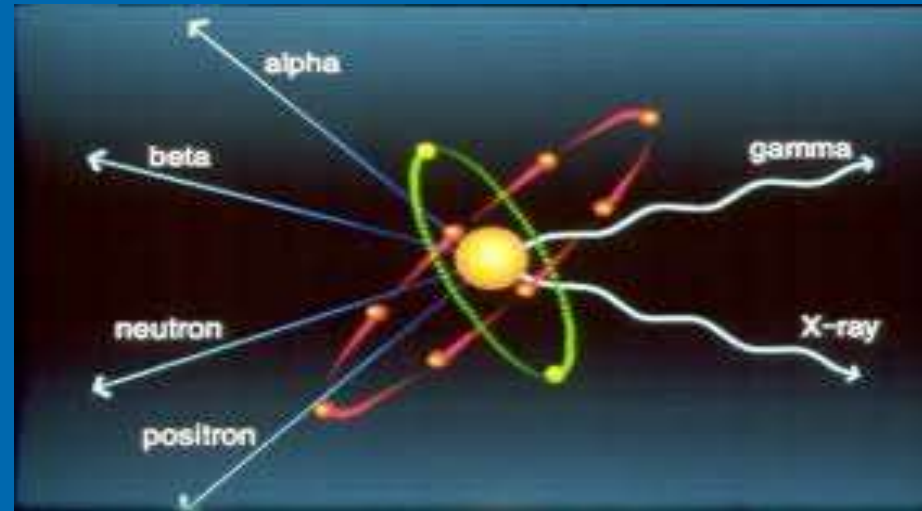
Artificiala



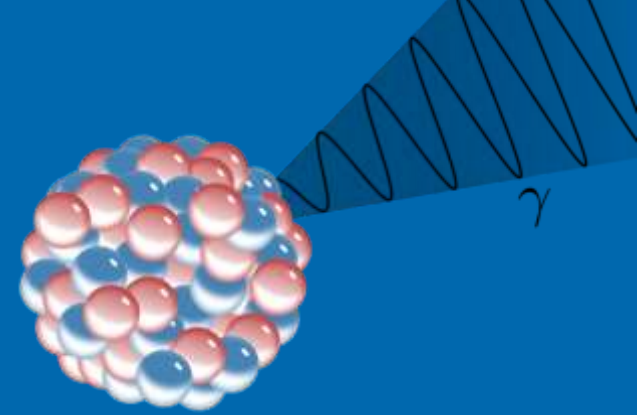
Elemente radioactive naturale



Nuclee stabile bombardate cu foton, neutroni și particule încărcate



Radiații



❖ naturale

Radiații cosmice

Radiații terestre → elemente radioactive naturale

-roci

-sol

-structura clădirilor (radonul)

❖ artificiale

- **proceduri medicale** (radioterapie, radiodiagnoză)
- laboratoare – dispozitive electrocasnice (televizoare, ceasuri luminoase, detectoare de fum etc.)
- accidente nucleare, poluare nucleară etc.

-Radiații de particule poate fi stopată de materiale cu densitate mare prin penetrare

Neutroni

-ecran pe baza de hidrogen: apa, parafina, grafit

- ecran de cadmiu $\Rightarrow$ captura neutronilor termici:



-ecran de Pb/Fe absoarbe radiatia γ (gama)

-Radiația α

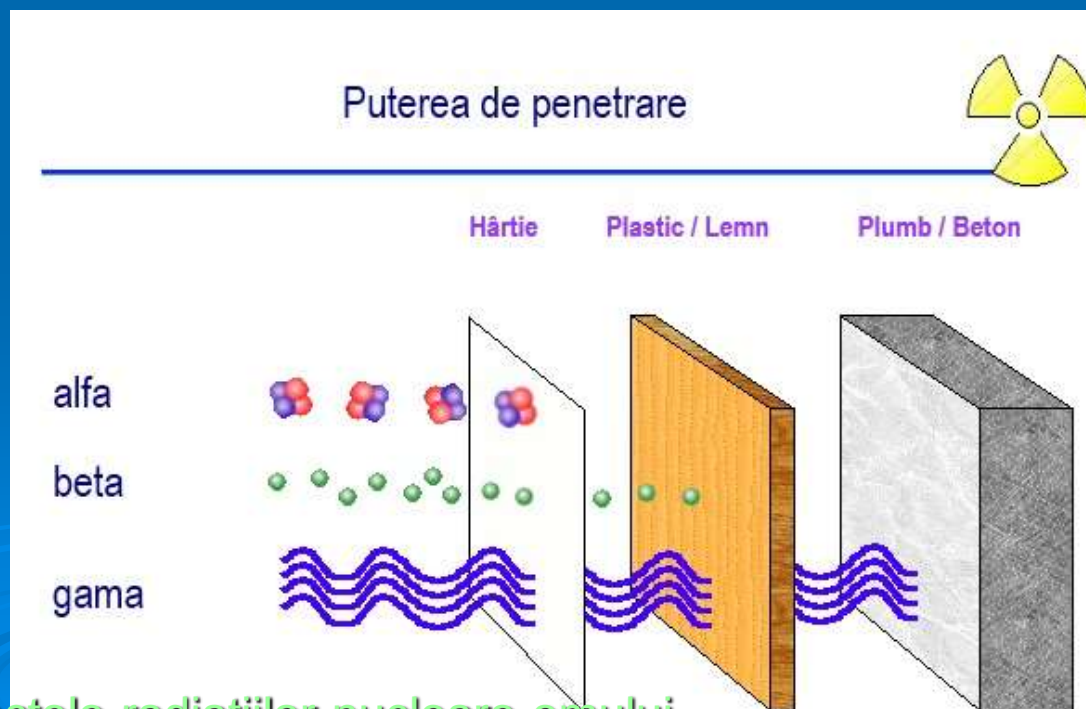
-ecran foarte ușor și subțire

- (chiar hârtie)

-Radiații mixte β^+ ; γ

-un ecran de plastic/Al

-un ecran de Pb/Fe



Proveniența radiației ionizante

Radiație cosmică – particulele de energie înaltă și razele gamma bombardează Pământul. Atmosfera planetei acționează ca un scut, absorbind o mare parte din energia radiației cosmice.

Radiație terestră – se datorează materialelor radioactive care există în roci și sol: izotopul radioactiv al potasiului și produșii de dezintegrare ai uraniului și toriului; radon – constituie cea mai răspândită sursă de radiație,

Radiația naturală din interiorul organismelor noastre – purtăm în interiorul nostru o sursă de radiație ionizantă imposibil de evitat: radioizotopii potasiu-40 și carbon-14.

Expunerea medicală - (din radiografiile medicale și dentare cu raze X, și din tratamentele prin iradiere cu cobalt sau injecții cu iod radioactiv),

Diverse alte surse - (producerea de energie electrică atât în instalațiile clasice și în cele nucleare, transportul și depozitarea materialelor nucleare, programele de testare a armamentului nuclear, cât și din alte activități umane

Interacțiunea radiațiilor nucleare cu substanța

Radiațiile nucleare sunt formate din:

- particule încărcate cu sarcină electrică (α, β , protoni, fragmente nucleare)
- particule neutre: - fotoni (radiația electromagnetică: γ și X)
- neutroni

1. Interacțiunea radiației formate din particule încărcate electric

Principala interacțiune a radiațiilor formate din particule încărcate electric cu substanța este ionizarea și excitarea atomilor mediului.

ε - energia pierdută de particulă la o ionizare

$\frac{\Delta\varepsilon}{\Delta x}$ - energia pierdută pe unitatea de distanță



Parcursul particulei reprezintă distanța parcursă de particulă într-un mediu până la pierderea completă a energiei. Depinde de: natura particulei, natura mediului și de energia particulei

Exemple



Particule α (alfa)

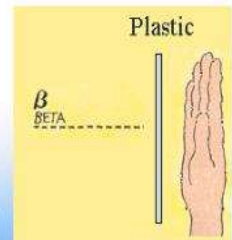
- Nuclee de Helium
- Sarcina electrica: +2
- Masa: mare
- Parcurs in aer: 3 -4 cm
- Ecranare: o foaie de hartie (se opresc in stratul exterior al pielii)
- Risc sever la iradierea interna (incorporare).



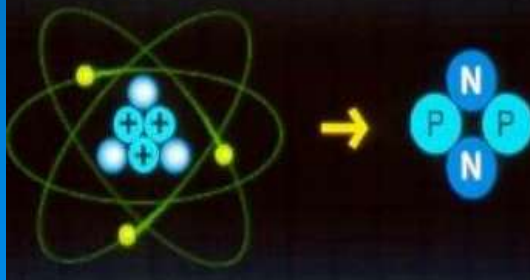
Particule β (beta)

- Electroni / pozitroni
- Sarcina electrica: -1, +1
- Masa: foarte mica
- Parcursul in aer: sub 10 m, dependent de energie (*)
- Mai penetrante decat α (se opresc intr-o foita subtire de Aluminiu)
- Risc mediu la iradierea interna si externa
- Ecranare: materiale cu Z mic (plastic)

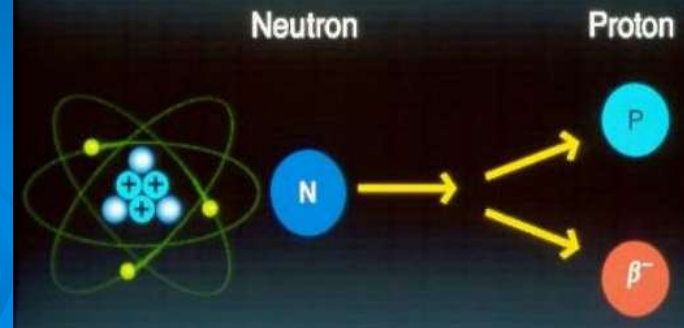
(*) Parcurerile in aer pentru β -emitori comuni:
 ^{32}P (energie mare, 7 m)
 ^{14}C (energie medie, 30 cm)
 ^3H (energie joasa, 6 mm)



Alpha (α)



Beta (β)



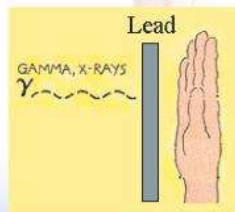
2. Interacțiunea radiației electromagnetice cu substanța (γ și X)

Trecerea fotonilor x sau γ (gamma) printr-o substanță poate să producă două fenomene:

- 1) **Efect fotoelectric**
- 2) **Efect Compton**
- 3) *Formarea de perechi electron – pozitron*

Radiatia γ (gama)

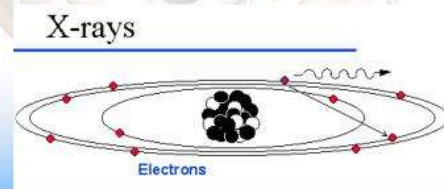
- Emisie de fotoni din nuclee excitate (nuclee cu exces de energie)
- Însoteste de obicei dezintegrările α , β^- , β^+



Radiatiile γ și X sunt identice, dar au origini diferite.

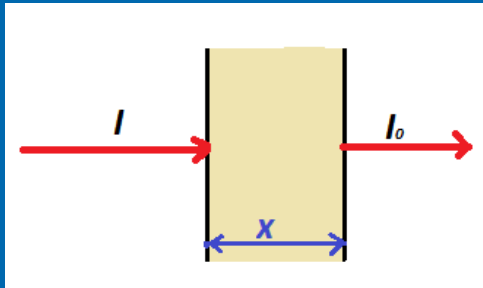
Radiatii X

- Un electron de pe un nivel excitat “cade” pe o patură electronică inferioară, pierzând energie prin emisia unei radiații X specifice
- Un electron liber este deviat, pierzând energie sub forma unei radiații X (“de frânare”)



LEGEA ATENUARII RADIAȚIEI ELECTROMAGNETICE

- Intensitatea unui fascicol de fotoni va suferi o atenuare la trecerea prin substanță. Atenuarea va fi cu atât mai mare cu cât grosimea stratului de substanță va fi mai mare
- Fotonii din fascicol sunt absorbiți sau împrăștiați de substanță, ceea ce duce la diminuarea intensității fascicolului.



Fotoni
• Nu sunt particule (nu au masa, nu au sarcina electrică), ci "pachete de energie". • Penetrante. • Ecranare: materiale cu Z mare (Pb) • Risc radiologic la iradierea internă și externă

- **Legea atenuării radiației electromagnetice este:**

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu x}$$

I_0 - intensitatea fasciculului incident

I -intensitatea fasciculului după parcurgerea distanței x

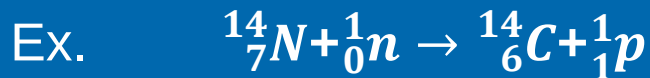
μ -coeficient de atenuare

Grosime de înjumătățire($x_{1/2}$) este distanța parcursă într-o substanță astfel încât intensitatea radiației să scadă la jumătate

$$\left. \begin{array}{l} x = x_{1/2} \\ I = \frac{I_0}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{I_0}{2} = I_0 \cdot e^{-\mu x_{1/2}} \Rightarrow x_{1/2} = \frac{\ln 2}{\mu}$$

3. Interacțiunea neutronilor cu substanța

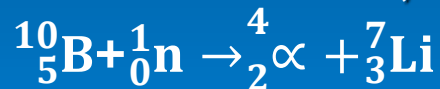
Neutroni interacționează cu substanța producând reacții nucleare



În urma acestor reacții nucleare rezultă particule încărcate și fotoni care la rândul lor interacționează cu substanța.

Protecția împotriva neutronilor se face cu două straturi, duble:

-primul strat este o substanță pe care neutronii produc reacții nucleare(B, Cd)



- al doile strat este o substanță care atenuează radiațiile încărcate și electromagnetice emise de primul strat

DOZIMETRIA RADIAȚIILOR

Marimi dozimetrice

- **Doza absorbita** = energia cedata de radiatia ionizanta unitatii de masa a substantei prin care trece:

$$D = dE / dm$$

$$[D]_{SI} = 1 \text{ J/kg} = 1 \text{ Gy (Gray)}$$

$$[D]_{\text{tolerata}} = 1 \text{ rad} = 0.01 \text{ Gy}$$

- Doza absorbita = marimea fundamentala a dozimetriei;
= marime masurabila (dozimetrie).
- Debitul dozei absorbite: $\dot{D} = dD/dt$; $[\dot{D}] = 1 \text{ Gy/s}; 1 \text{ Gy/h}$
: marime masurabila (debitmetre de doza absorbita)

Unități pentru doza de radiații

Sievert = 1 Sv = 1 Gr (Gray) = 1 J/kg

millisievert = 1 mSv = 10^{-3} Sv

microsievert = 1 μ Sv = 10^{-6} Sv

O unitate mai veche este rem (Röntgen equivalent man)

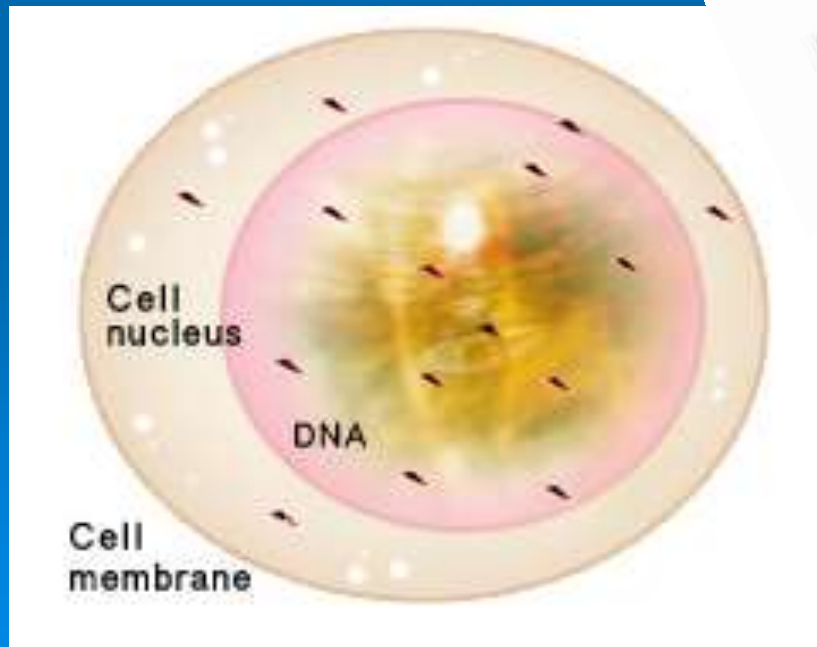
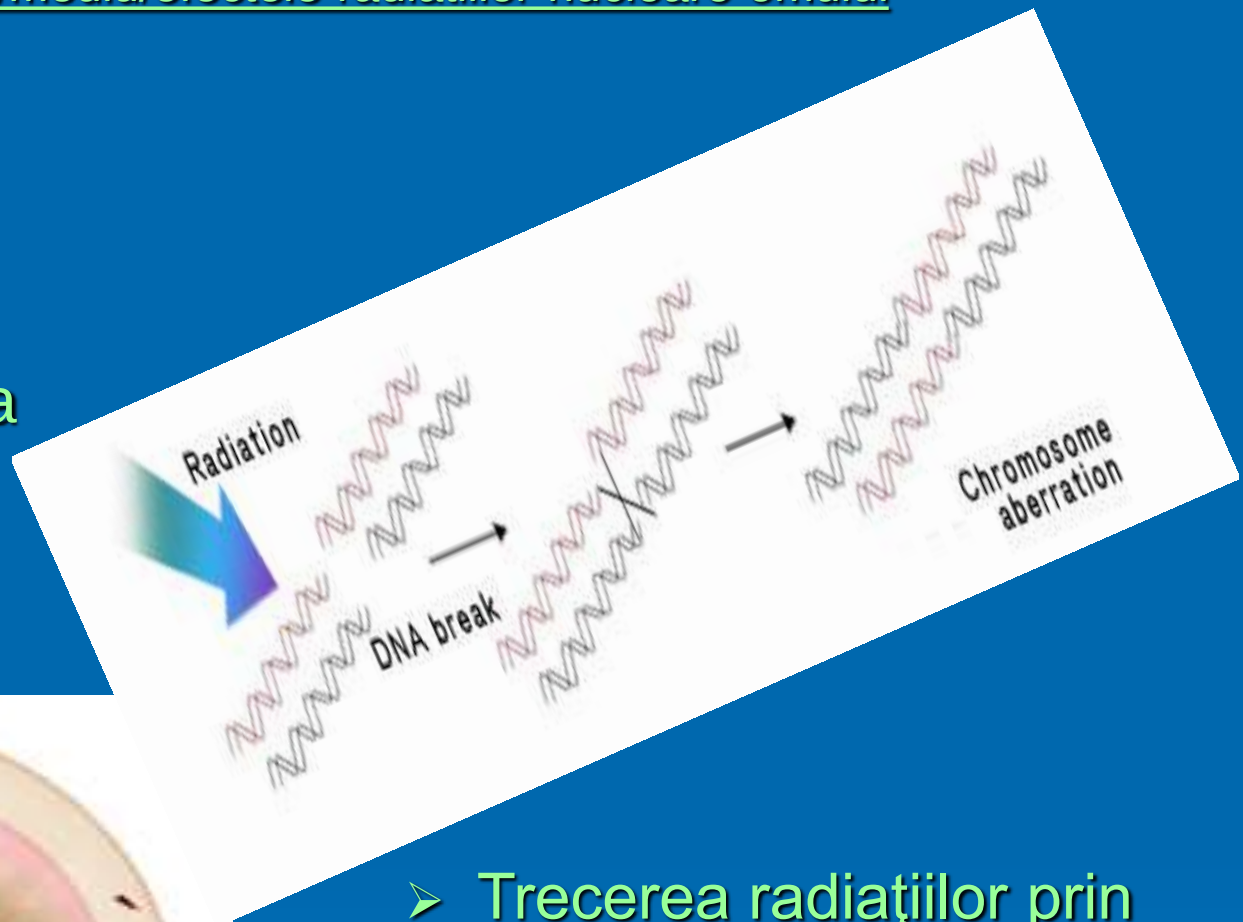
1 Sv = 100 rem



Nivelul dozei și simptomele

- 0.05–0.2 Sv (5–20 **REM**) – fără simptome, poate fi chiar benefică
- 0.2–0.5 Sv (20–50 REM) – fără simptome notabile
- 0.5–1 Sv (50–100 REM) – senzație de rău și dureri de cap. Posibilă sterilitate temporară la bărbați
- 1–2 Sv (100–200 REM) – iradiere ușoară = oboseală, vomă, sist. imunitar afectat, crește riscul apariției unor infecții, probabilitate de avort spontan
- 2–3 Sv (200–300 REM) – iradiere moderată = vomă, căderea părului, modificări ale sângelui, sterilitate permanentă la femei și 2-3 ani la bărbați, convalescență câteva luni, mortalitate 10% în lunile următoare
- 3–4 Sv (300–400 REM) – iradiere severă = simptomele se accentuează, la 50% din cazuri, moartea poate surveni în 15 zile
- 4–6 Sv (400–600 REM) – iradiere acută = simptomele încep la ½ oră de la iradiere cu intensitate mare, hemoragii interne care în 2-12 săpt. pot duce la moarte
- 6–10 Sv (600–1,000 REM) – iradiere acută gravă = simptomele apar imediat, cu distrugerii ale organelor interne, hemoragii interne, 90% cazuri de mortalitate, recuperarea poate dura câțiva ani, dar nu este completă
- 10–50 Sv (1,000–5,000 REM) – iradiere gravă, cu moarte în orele, zilele următoare, 100% în stare de comă. (În 21 mai 1946, Louis Slotin, fizician în proiectul Manhattan, a fost expus accidental unei doze de aprox 21 Sv și a murit 9 zile mai târziu)
- Peste 50 Sv (>5,000 REM) – 100% moarte. Un muncitor a primit în accidentul din Rhode Island, din 24 Iulie 1964, 100Sv și a mai supraviețuit 49 de ore, iar un alt muncitor expus la aprox 100 Sv la Los Alamos, New Mexico, USA pe 30 decembrie **1958** a mai trăit 36 de ore după expunerea accidentală

- Trecerea radiațiilor prin țesuturi vii duce la distrugerea celulelor.



- Trecerea radiațiilor prin țesuturi vii duce la întreruperea moleculei de ADN și apoi inversiuni ale legăturilor, deci mutații genetice.

RADIOPROTECȚIA

(protecția față de radiații)

- reducerea timpului de expunere la radiații
- mărirea distanței față de sursa de radiații
- interpunerea de ecrane între noi și sursele de radiații
- purtarea de echipamente de protecție cu straturi de plumb

BLOCURI DE PLUMB FOLOSITE PENTRU A IZOLA MATERIALUL RADIOACTIV



<http://www.rfi.ro/articol/stiri/mediu/efectele-radiatiilor-nucleare-omului>

UȘI GROASE DE PLUMB CE SE ÎNCHID ERMETIC ÎN TIMPUL FUNCȚIONĂRII REACTORULUI NUCLEAR



<http://www.rfi.ro/articol/stiri/mediu/efectele-radiatiilor-nucleare-omului>

RADIAȚIILE SUNT ȘI FOLOSITOARE

- ENERGETICA NUCLEARĂ
- INDUSTRIE
- MEDICINĂ
- VOPSELURI
- AGRICULTURĂ – STIMULAREA ÎNCOLȚIRII
- INDUSTRIA PETROLIERĂ
- DATArea UNOR FOSILE, ROCI
- DEZINSECȚIE, STERILIZARE

Detectori de radiații

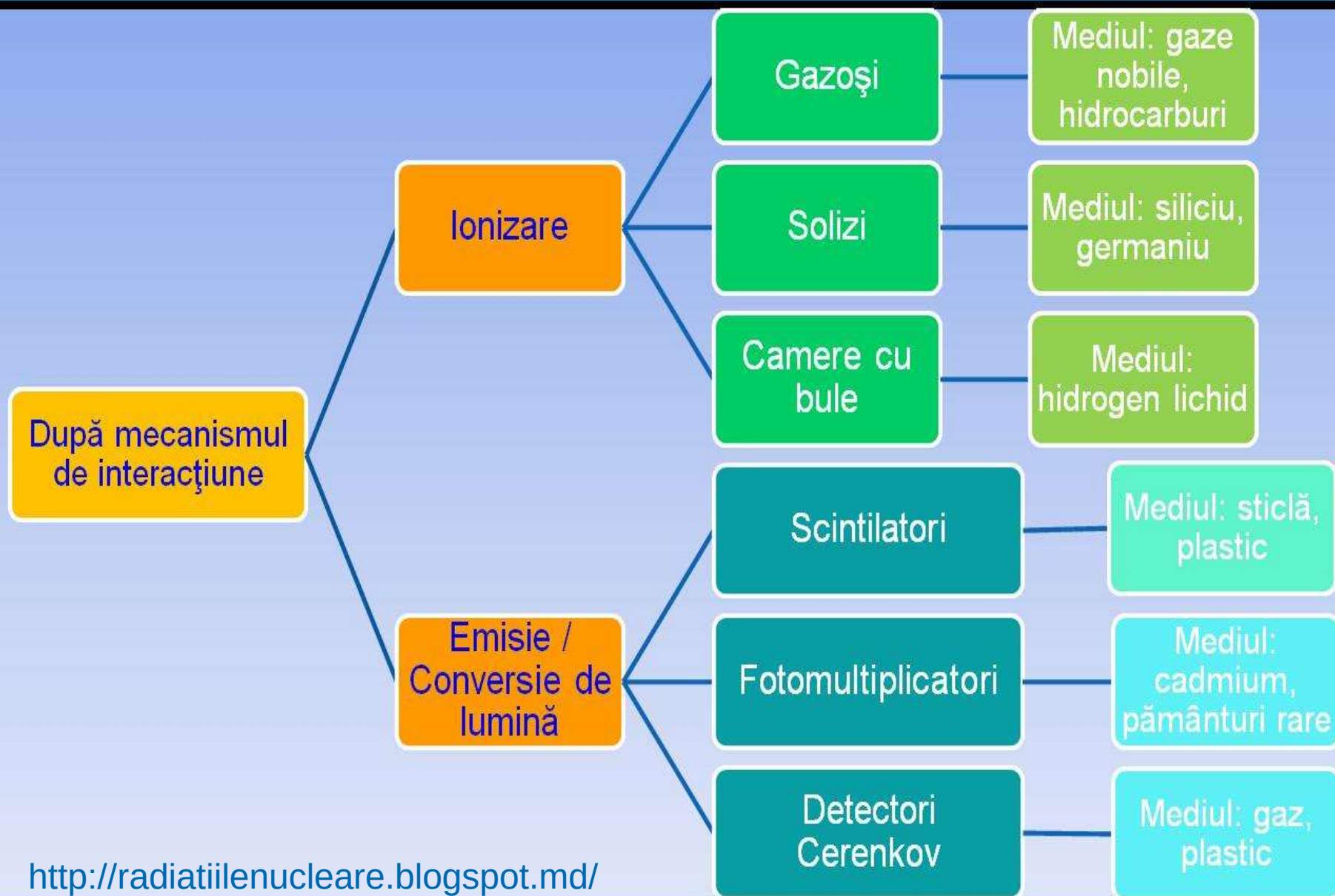
Detectorii de radiații nucleare reprezintă sisteme care pun în evidență existența radiațiilor nucleare și permit determinarea calitativă sau cantitativă a unora dintre caracteristicile lor: numărul de particule nucleare, energia, masa particulelor, etc.

Detectorul de radiații nucleare convertește particulele incidente pe suprafața activă în semnal electric (sarcină sau tensiune) sub formă de impulsuri.

Detectorul de radiații este format, de regulă, din două părți componente:

- corpul de detecție propriu-zis constă dintr-un mediu în care radiația nucleară produce un efect specific*
- sistemul de înregistrare a efectului produs de particulă, asigură amplificarea și prelucrarea semnalului obținut.*

Detectori de radiații



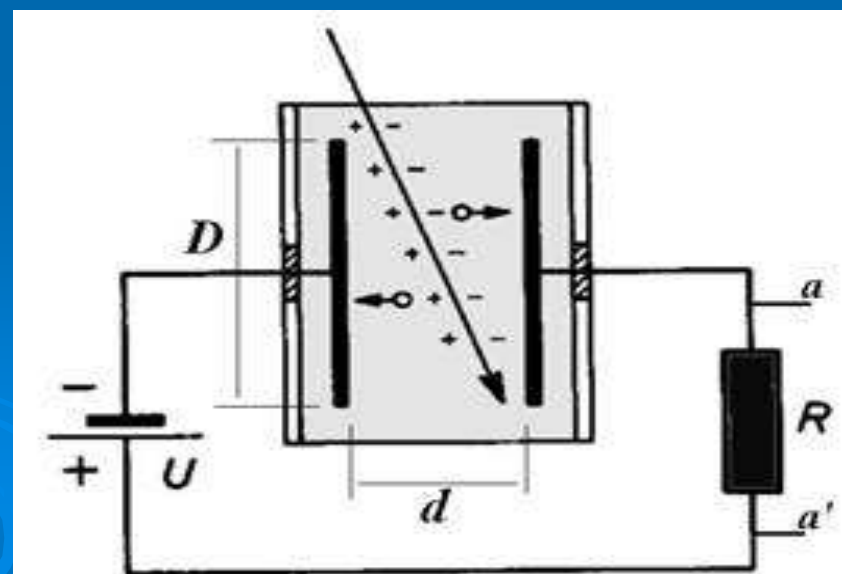
CAMERA DE IONIZARE

Camera de ionizare este o incintă închisă, de formă cilindrică, în care se găsesc doi electrozi plan – paraleli și un gaz aflat în condiții normale. Cei doi electrozi formează un condensator plan cu electrozii aflați la distanța de 3 – 6 cm unul de altul.

În lungul traiectoriei particulei nucleare încărcate care străbate gazul camerei se produc ioni pozitivi și electroni.

Numărul perechilor de sarcini care se produc depinde de natura radiației care a interacționat cu moleculele gazului și de energia lor cinetică.

Curentul de ionizare este amplificat și măsurat. El este proporțional cu numărul total de perechi ion - electron creați de particule în unitatea de timp.



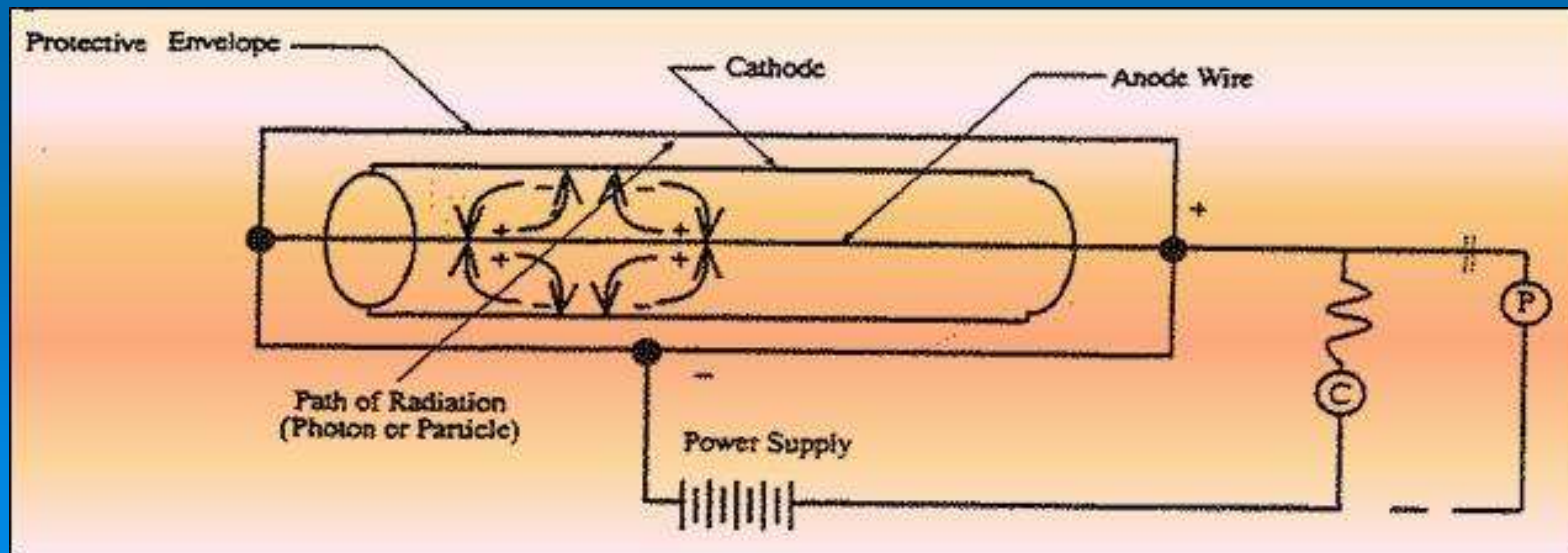
CONTORUL GEIGER - MÜLLER

Contorul Geiger-Müller face parte din categoria detectorilor cu ionizare în gaz.

Acest detector are o construcție simplă, fiind alcătuit din doi electrozi introduși într-un tub de sticlă sau de metal.

În cazul contorului Geiger-Müller apare multiplicarea în gaz a sarcinilor prin ionizări secundare, adică descărcarea în avalanșă. Dar, funcționarea contorului Geiger-Müller se bazează pe existența unui câmp electric de intensitate mare, astfel că descărcarea în avalanșă se intensifică și este însoțită de avalanșe secundare.

Acest detector permite numai numărarea particulelor nucleare fără a determina alte proprietăți ale acestora.

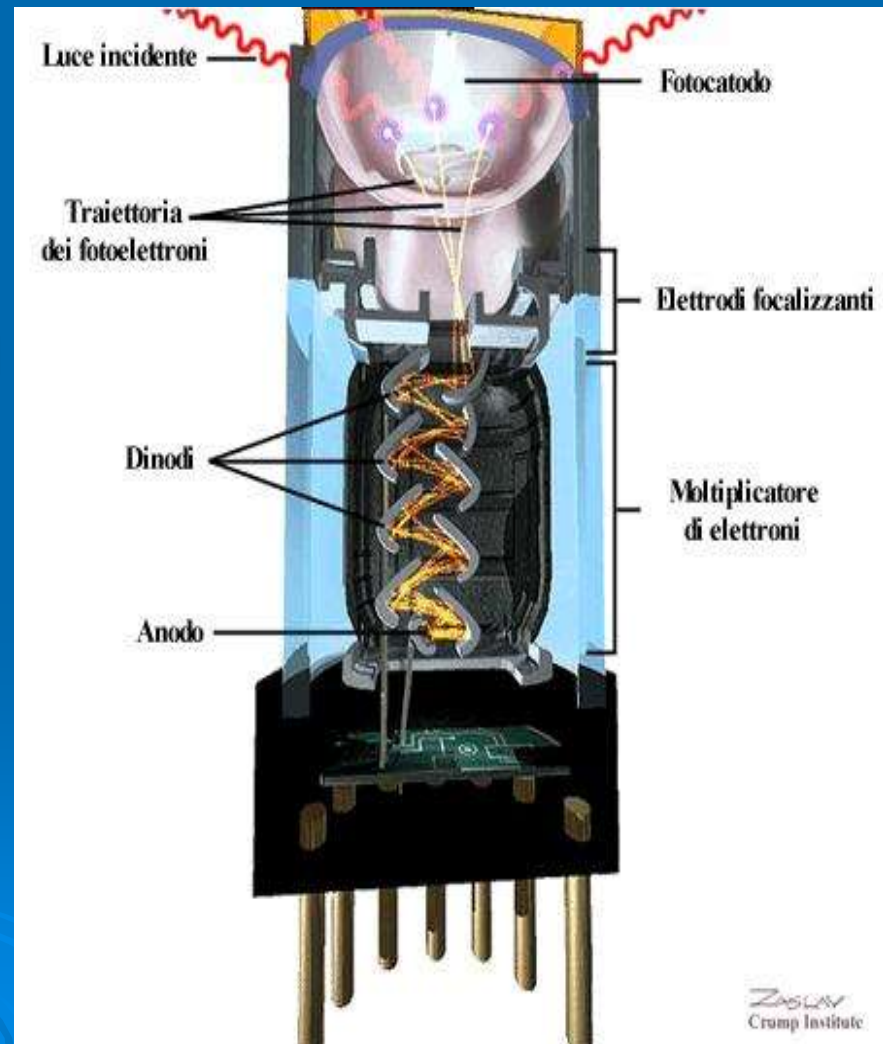


Detector cu scintilații.

FOTOMULTIPLICATORUL

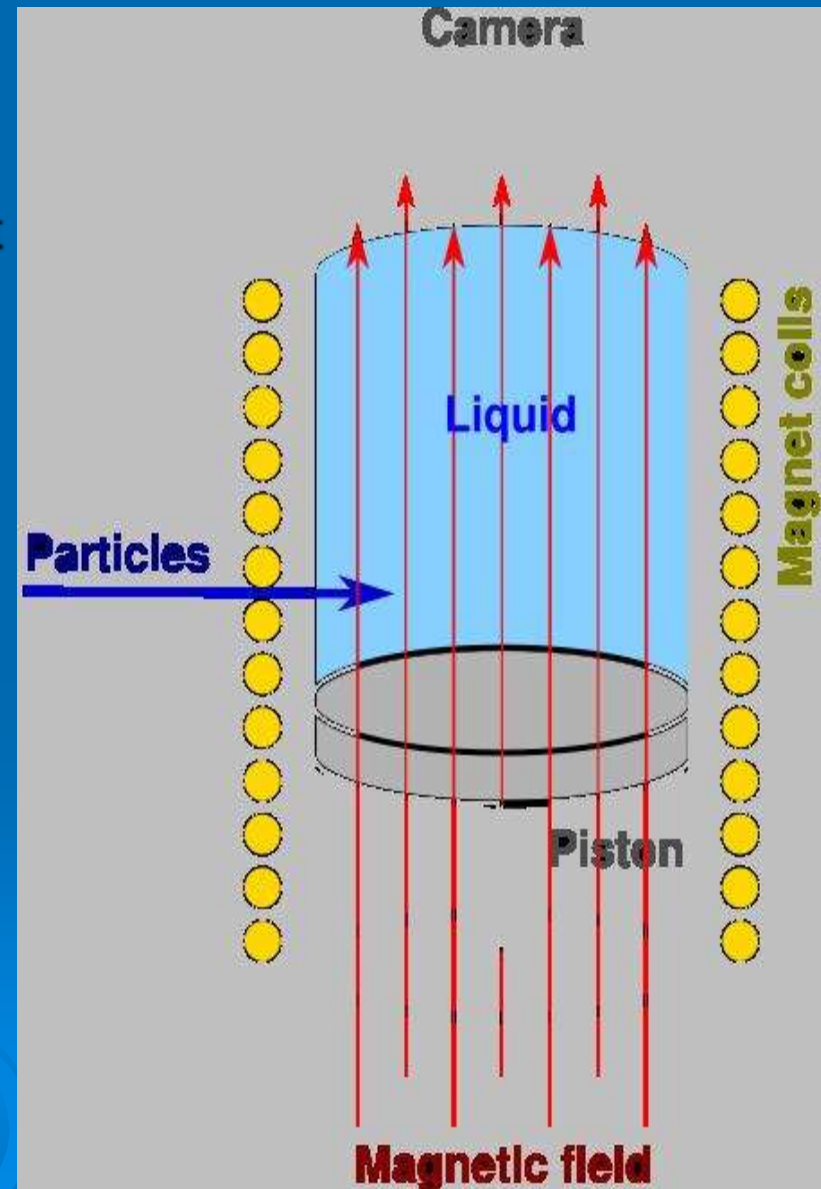
Fenomenul pe care se bazează funcționarea acestor detectori constă în apariția de scintilații în cristale anorganice sau substanțe organice. La baza construcției unui scintilator sta fenomenul de fluorescență care constă în schimbul de energie dintre particulele nucleare și materialul scintilatorului. Lumina produsă de scintilator este transportată la fotomultiplicator.

Fotomultiplicatorul este un instrument care transformă un semnal luminos într-un semnal electric. El este construit dintr-un tub de sticlă vidat în care se află: un fotocatod, un ansamblu de diode, un divizor de tensiune și un anod.



CAMERA CU BULE

O cameră cu bule este un vas umplut cu un lichid transparent supraîncălzit (cel mai adesea hidrogen lichid) folosit pentru a detecta particule încărcate electric care se deplasează prin el. A fost inventat în 1952 de Donald Glaser, pentru care acesta a primit în 1960 Premiul Nobel pentru fizică.









www.google.ru/search?q=radioactivitatea+artificiala&newwindow



www.google.ru/search?q=radioactivitatea+artificiala&newwindow



www.google.ru/search?q=radioactivitatea+artificiala&newwindow





www.google.ru/search?q=radioactivitatea+artificiala&newwindow