

Microscopie cu raze X

**Îndrumător,
ș.l. dr. Ing. Daniela Ionesc**

**Student
Stan Albert – Mihai**

I. Introducere

Microscopul cu raze X reprezintă o tehnologie avansată care combină principiile opticii, fizicii radiațiilor și tehnologiile de imagistică. Acestea permit observarea detaliilor structurale ale materialelor la nivel atomic sau molecular, fiind utilizate pe scară largă în diverse domenii, precum știința materialelor, medicină, biologie și inginerie. Datorită capacității lor de a investiga structuri interne fără distrugerea obiectului analizat, microscopul cu raze X joacă un rol esențial în rețele de senzori avansați.

II. Generalități

1.1. Descoperirea razelor X

Wilhelm Conrad Röntgen a descoperit razele X în anul 1895, în timpul unor experimente care implicau tuburi catodice. Observând o emisie de lumină necunoscută ce pătrundea prin materiale opace, Röntgen a denumit inițial fenomenul "raze necunoscute" (X-rays). Această descoperire a fost revoluționară, oferind pentru prima dată posibilitatea de a vizualiza structuri interne ale corpului fără a recurge la proceduri invazive. La scurt timp după anunțarea descoperirii sale, razele X au fost adoptate în domeniul medical pentru diagnosticare, marcând astfel o schimbare semnificativă în știință și tehnologie.

1.2. Cât de periculoase sunt razele X?

Razele X sunt *radiații ionizante*, ceea ce înseamnă că au suficientă energie pentru a ioniza atomii și moleculele din organism. Expunerea prelungită sau repetată la razele X poate duce la deteriorarea ADN-ului celular, ceea ce crește riscul de mutații și apariția cancerului. Deși utilizările lor sunt benefice, este esențială protejarea în timpul expunerii, utilizând echipamente de protecție, precum plumbul, și respectând dozele recomandate pentru fiecare procedură medicală.

Ionizarea este procesul prin care razele X îndepărtează electronii din atomi și moleculele cu care interacționează acestea.

Din pricina expunerii pe o perioadă nerecomandată a razelor X, se

folosesc în procedurile medicale echipamente relevante împotriva acestora cum ar fi: șorturi sau ecrane de plumb.

1.3. Proprietățile radiațiilor X

- **Penetrabilitate ridicată:** Razele X pot pătrunde prin materiale dense, precum pielea, și se opresc doar în structuri foarte dense, cum ar fi oasele sau metalele.
- **Absorbție diferențiată:** Gradul de absorbție depinde de densitatea materialului prin care trec. Oasele, de exemplu, absorb mai multe raze X decât țesuturile moi, ceea ce face posibilă realizarea imaginilor radiografice.
- **Ionizare:** Pot ioniza atomii și moleculele cu care interacționează, generând efecte fizice și chimice în materialele biologice.

1.4. Obținerea razelor X

Razele X sunt produse prin accelerarea electronilor și impactul acestora cu o suprafață metalică, cum ar fi tungstenul. Acest proces are loc într-un tub cu raze X, unde:

1. Electronii sunt emanați de un filament de tungsten incandescent, care emite electroni prin **emisie termoelectronică**,
2. Sunt accelerați între catod și anod de un câmp electric puternic.
3. Impactul cu anodul generează razele X prin frânarea bruscă a electronilor.

Sursele moderne de raze X includ radiații sincrotron și acceleratoare de particule, care furnizează fascicule cu energii controlate, utilizate în cercetări avansate sau imagistică medicală de înaltă precizie.

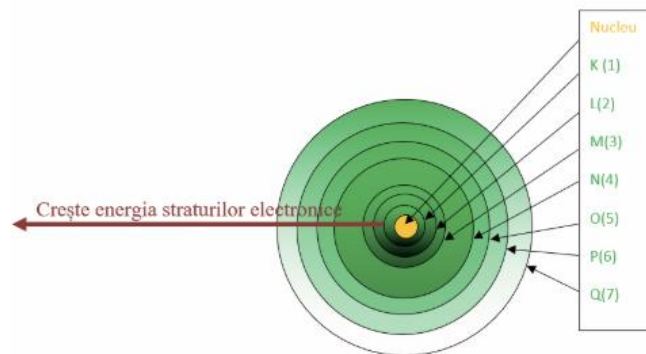
1.5. Metode de obținere a razelor X în laborator

Razele X pot fi generate în tuburi electronice vidate, unde electronii emiși de un catod incandescent sunt accelerați printr-un câmp electric către anod. În urma impactului cu anodul, electronii cu viteză mare produc raze X, interacționând cu atomii acestuia în două moduri principale:

1. **Frânarea electronilor de câmpul nucleului:** Electronii accelerați pătrund prin învelișul electronic al atomilor anodului și se apropie de nucleul acestora. Interacțiunea cu câmpul electric al nucleului, care este pozitiv, determină devierea și frânarea electronilor.

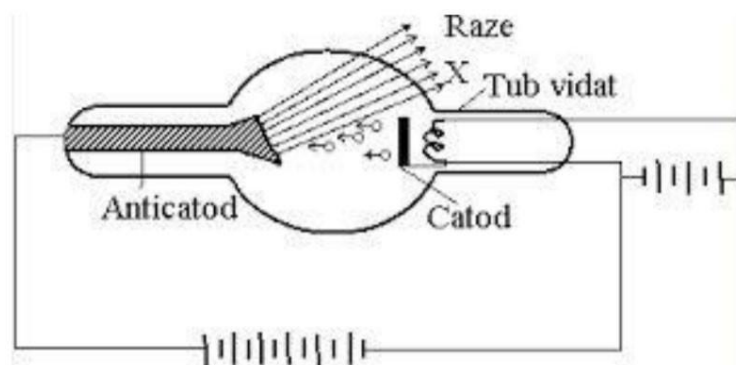
Acest proces eliberează radiații X.

- Rearanjarea electronică a atomilor:** În timpul trecerii prin învelișul de electroni al atomilor anodului, electronii rapizi pot lovi electronii de pe straturile interioare (de exemplu, stratul K). Electronii dislocați lasă locuri libere, care sunt ulterior ocupate de electroni din straturi superioare (L, M, N). Acest transfer energetic este însoțit de emisia de radiații X caracteristice.



Structura învelișului de electroni.

Când un electron acceleraț lovește un electron din stratul K, acesta este eliminat, lăsând un loc gol. Locul vacant este ocupat de un electron dintr-un strat superior (precum L sau M). Pe măsură ce electronul cade într-un strat inferior, energia sa în exces este eliberată sub formă de raze X. Energia razelor X depinde de diferența de energie dintre straturile implicate în acest proces.



III. Istorie

Istoria invenției microscopului este fascinantă când este analizată în detaliu, dar la fel de captivantă este și evoluția ulterioară a acestuia. Pe măsură ce au apărut noi tipuri de microscopie, gândirea științifică s-a aprofundat. Oamenii de știință nu s-au mai limitat doar la studiul microbilor, ci au început să exploreze componente și mai mici, precum moleculele și atomii. Încă din secolul al XIX-lea, analiza structurală cu raze X a permis cercetarea acestor entități, dar nevoia de progrese suplimentare era evidentă.

În 1863, cercetătorul Henry Clifton Sorby a dezvoltat un microscop polarizant pentru a studia meteoriții. Tot în aceeași perioadă, Ernst Abbe a elaborat teoria microscopului, care a fost aplicată cu succes de Carl Zeiss. Contribuțiile lui Zeiss au transformat compania sa într-un lider recunoscut în domeniul dispozitivelor optice.

Un moment revoluționar a fost anul 1931, când a fost creat microscopul electronic, un instrument inovator care a permis observarea detaliilor mult mai fine decât cele vizibile prin microscopul optic. Acest aparat folosea electroni, particule mai mici decât fotonii sau ionii simpli, pentru a obține imagini. Invenția microscopului electronic a marcat un progres major în histologie, oferind oamenilor de știință certitudinea că observațiile lor asupra celulelor și organitelor sunt corecte.

Cu toate acestea, Ernst Ruska, creatorul microscopului electronic, a fost recompensat cu Premiul Nobel abia în 1986, deși încă din 1938, James Hillier construise un microscop electronic cu transmisie, îmbunătățind considerabil tehnologia existentă.



James Hillier – Microscopul electronic



Microscop electronic cu transmisie

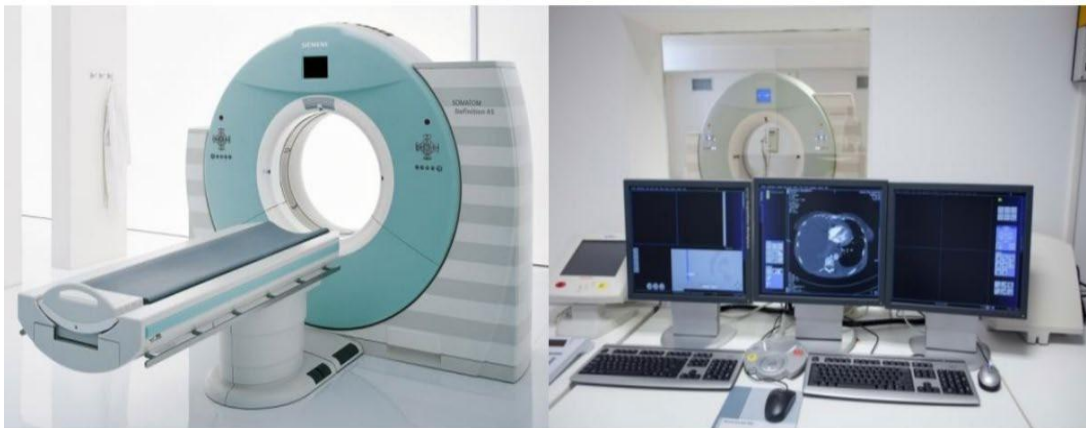
IV. Importanța microscopului în lumea modernă

Microscopul este un instrument esențial, proiectat pentru a mări imagini microscopice și a măsura dimensiunile sau formațiunile structurale ale obiectelor observate printr-o lentilă. Această invenție remarcabilă a avut un impact profund, fără de care numeroase domenii ale științei moderne nu ar fi existat. Importanța microscopului depășește simpla observație, fiind o piatră de temelie pentru cercetare și descoperiri științifice.

Microscopul poate fi comparat cu un telescop în termeni de funcționalitate optică, dar scopurile sale sunt cu totul diferite. Acesta permite explorarea structurilor invizibile cu ochiul liber, oferind detalii despre parametrii morfologici și distribuția tridimensională a microformațiunilor. Este dificil de exagerat importanța invenției microscopului și influența pe care aceasta a avut-o asupra dezvoltării științei.

V. Tomografia Computerizată (CT)

Tomografia Computerizată (CT) este o metodă de diagnosticare non-invazivă ce combină razele X cu tehnologia computerizată avansată pentru a genera imagini clare și detaliate ale structurilor interne și organelor corpului. Semnalele obținute sunt digitalizate și trimise unui procesor de imagini care reconstruiește imaginea pe baza măsurărilor efectuate.



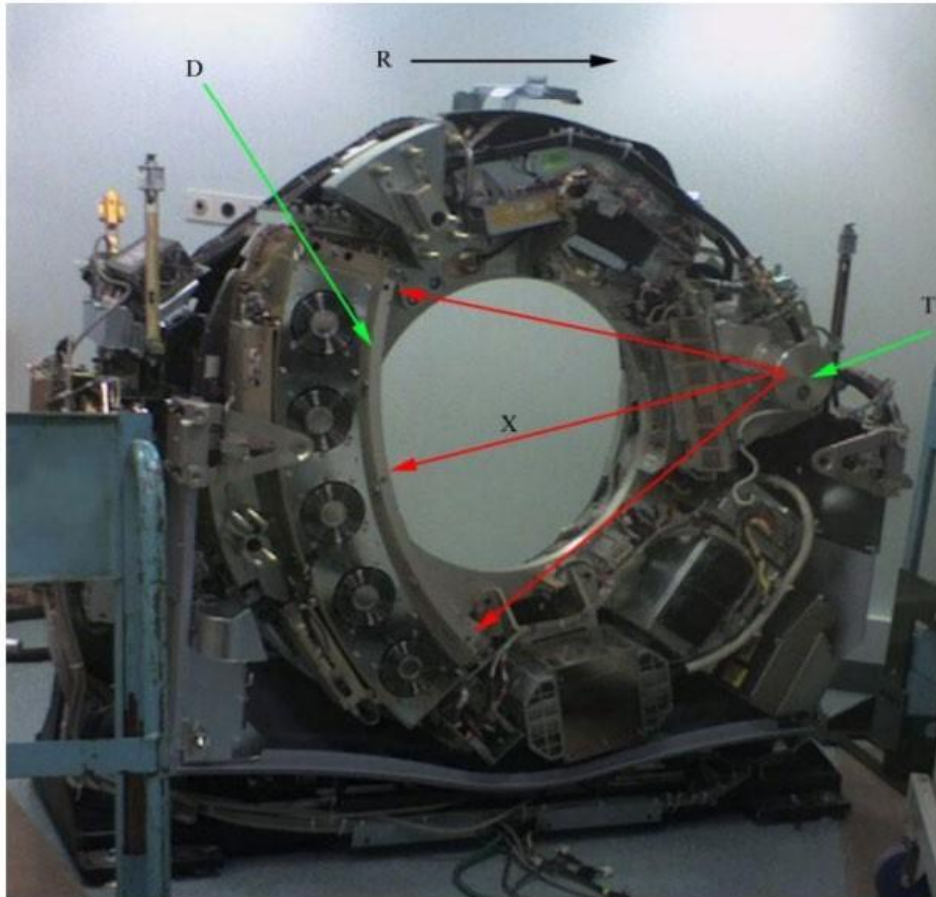
Această tehnică este utilizată pentru a examina diverse părți ale corpului, inclusiv abdomenul, capul, membrele, oasele, plămâni, inima, ficatul, pancreasul, rinichii, glandele suprarenale și vasele de sânge.

În unele cazuri, este necesară administrarea unei substanțe de contrast pentru a îmbunătăți vizibilitatea anumitor structuri. Cele mai frecvent utilizate substanțe de contrast în tomografia computerizată sunt cele iodate. Aceste substanțe sunt inodore, hidrosolubile și nu sunt radioactive, facilitând vizualizarea clară a țesuturilor. Substanțele de contrast pot fi administrate:

- **Intravenos** (în braț) pentru a vizualiza clar vasele de sânge;
- **Pe cale orală** pentru o delimitare mai bună a intestinelor și a regiunii abdominale.

Componentele interne ale unui computer tomograf:

- T: Tub de raze X
- D: Detector de raze X
- X: Raze X
- R: Rotația „inelului”



Structură internă Computer tomograf

Un computer tomograf este un aparat complex ce generează imagini ale corpului uman, utilizate pentru diagnosticare și pentru a ajuta la stabilirea unui tratament eficient. Acest aparat, care are forma unui inel, utilizează raze X pentru a obține imagini detaliate. Spre deosebire de radiografiile convenționale, imaginile din tomografie sunt „decupate” și procesate, iar majoritatea tomografele permit obținerea de imagini în diferite secțiuni sau chiar în volum (de exemplu, 3D).

Imaginile sunt obținute prin rotația unui „arc” care emite raze X, iar aceștia sunt detectați de senzorii aflați în opoziție cu emițătorii. Cu cât țesutul este mai dens, cu atât mai puține raze X trec prin el. Acești detectori transmit informațiile către un computer, care procesează datele și creează imagini. Fiecare tip de țesut, cu densități diferite, este reprezentat pe imagine prin nuanțe diferite de gri sau culori. Astfel, computerul formează o imagine a corpului în secțiune transversală, iar scanerile moderne pot genera imagini 3D pe baza datelor colectate. Scanarea CT este nedureroasă, iar pacientul nu percepe razele X.

Istoria tomografiei cu raze X datează cel puțin din 1917, când a fost

formulată teoria matematică a transformatei Radon. În octombrie 1963, Oldendorf a obținut un brevet în SUA pentru un „aparat de energie radiantă destinat investigării unor zone selectate din interiorul obiectelor ascunse de material dens”. Primul scanner CT comercial viabil a fost inventat de Sir Godfrey Hounsfield în 1972.

VI. Concluzie

Pe măsură ce tehnologia avansează, este posibil ca alte particule încărcate să fie utilizate în microscopia viitorului. Totuși, acest lucru va depinde de dezvoltarea unor surse de particule mult mai puternice. Crearea unor noi tipuri de microscopie va fi determinată de apariția unor provocări științifice specifice, iar soluționarea acestora va beneficia de aportul decisiv al acestor particule avansate.

În plus, studiile microscopice ale proceselor dinamice vor deveni din ce în ce mai rafinate. Aceste procese, care implică teste directe pe probe (de exemplu, încălzire, întindere etc.) în timpul analizei microstructurale, vor fi îmbunătățite semnificativ. Progresul în acest domeniu se va baza în mare măsură pe dezvoltarea tehnologiilor de fotografiere de mare viteză, creșterea rezoluției temporale a detectorilor microscopului (ecranele), precum și pe utilizarea unor computere moderne și puternice.