

## Cursul 7.3 Radiația termică: Mărimi energetice și radiative

### Introducere

#### Radiațiile infraroșii (IR)

- Domeniul infraroșu se extinde între  $3 \cdot 10^{11}$ ÷  $4 \cdot 10^{14}$ Hz. El este împărțit în 4 regiuni (cu limite stabilite arbitrar):
  - a) IR apropiat (780 – 3000 nm)
  - b) IR intermediar (3000 – 6000 nm)
  - c) IR îndepărtat (6000 – 15000 nm)
  - d) IR extrem (15000 nm – 1.0 mm)
- **Orice material radiază și absoarbe unde IR datorită agitației termice (rotatiei) a moleculelor sale.** Moleculele oricărui obiect cu temperatura peste 0 K emit radiații IR.
- **Această emisie se datorează tranzițiilor ce au loc între nivelele de vibrație ale moleculelor.**
- Radiațiile infraroșii sunt emise într-un spectru continuu de corpurile calde. Trebuie remarcat faptul că jumătate din energia emisă de Soare corespunde domeniului IR. Becurile emit mai multă radiație infraroșie decât lumină. În materialele incandescente, în filamentele metalice încălzite puternic, gradul de agitație termică este mare astfel că electronii care sunt accelerați suferă frecvente ciocniri. Rezultă o emisie numită radiație termică care este sursa principală de lumină.
- **Corpul omenesc emite radiații infraroșii de la 3000 nm având un maxim al emisiei în jur de 10000 nm.**
- Energia radiațiilor IR este măsurată cu dispozitive ce au detectoare sensibile la absorbția de radiații IR. Unele detectoare pot fi cuplate prin intermediul unui sistem de scanare la un tub catodic fapt care duce la producerea unei imagini în IR. Un astfel de aparat este cunoscut sub numele de termograf. Un exemplu de emițător IR poate fi laserul cu CO<sub>2</sub>. Folosit ca sursă de putere continuă cu nivelul de 100W este utilizat mult în industrie, în special în tăieri de precizie și tratamente termice. Emisia sa din IR (18.3-23μm) este ușor absorbită de corpul uman fapt ce îl face util în medicină pentru diverse operații.
- Incalzirea locala a tesuturilor biologice.

- Nu sunt percepute de ochiul uman

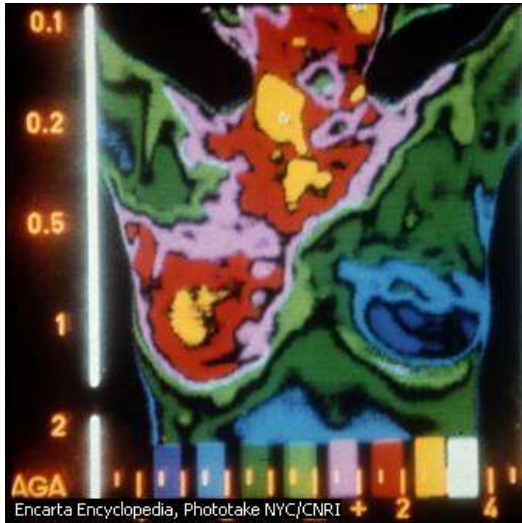
## Limitele fizicii clasice

Aproximativ în anii 1880 fizica a fost în impas. Au apărut o serie de fenomene care nu mai puteau fi explicate de mecanica Newtoniană cum ar fi: teoria electromagnetică a lui Maxwell, termodinamica, mecanica statistică a lui Boltzmann. Existau doar câteva probleme cum ar fi: proprietățile „eterului” și explicarea spectrelor provenind de la substanțele solide și gazoase care nu-și găseau explicația. Totuși aceste fenomene care nu puteau fi explicate au format sămânța revoluției științifice, o revoluție care a fost completată de o serie de descoperiri remarcabile în ultima decadă a secolului 19 ca: descoperirea razelor X de către Wilhelm Conrad Röntgen din Germania în 1895, descoperirea electronului de către Sir Joseph John Thomson din Anglia în 1897, descoperirea în 1896 a radioactivității de către Antoine Henri Becquerel din Franța, descoperirea efectului fotoelectric de către Hertz, Wilhelm Hallwachs, și Philipp Eduard Anton Lenard din Germania în intervalul de la 1887 până la 1899. În plus se mai cunoșteau și câteva rezultate tulburătoare ale experimentului realizat de Michelson-Morley precum și descoperirea radiațiilor catodice, sau curentul de electroni

Nimeni nu înțelege cu adevărat mecanica cuantică (John Gribbin – Autorul cărții „În căutarea pisicii lui Schrödinger”). Chiar și pentru fizicienii experimentați răspunsul la întrebarea: de ce particulele subatomice se pot comporta și ca și o undă și ca și un particulă este un mister. Mecanica cuantică este misterioasă și incitantă. Ea descrie o lume subatomică în care entitățile ca de exemplu electronii pot să fie în același timp atât particule cât și unde și câteodată se comporta ca și cum ar fi în două locuri în același timp. De cele mai multe ori fizica cuantică sfidează bunul simț. Și cu toate acestea fizica mecanicii cuantice stă la baza științei moderne ca chimia, biologia moleculară, laserii semiconductorii și nu în ultimul rând fizica nucleară.

## Radiația termică

În ultima parte a secolului al XIX – lea și în primii ani ai secolului XX s-au acumulat tot mai multe dovezi că fizica clasică, reprezentată de legile de mișcare ale lui Newton și de ecuațiile electromagnetismului ale lui Maxwell, sunt neadecvate pentru a descrie fenomenele atomice. Primele indicații care au condus la o nouă Fizică bazată pe cuantificarea energiei, au venit din studiul asupra proprietăților radiației emise de corpurile încălzite. Din experiența de zi cu zi stim că un corp încălzit radiază energie



**Figura 1.** Imagine termografică medicală a părții superioare a corpului uman.

energia sa disponibilă astfel încât temperatura se apropie de zero absolut. Dacă temperatura corpului crește ca urmare a creșterii energiei sale interne, intensitatea radiațiilor termice emise crește cu creșterea temperaturii corpului. La temperatura joasă, majoritatea energiei se regăsește sub forma de radiație infraroșie de joasă frecvență. Pe măsura ce temperatura crește radiază tot mai multă energie de frecvențe tot mai mari sau de lungimi de undă mai mici. Se observă că la început culoarea unui corp incandescent este roșu întunecat, apoi cu creșterea temperaturii aceasta devine roșu aprins, portocaliu galben și apoi alb (așa numitul alb strălucitor). Ochiul omenesc percepe incandescența unui corp numai dacă temperatura acestuia depășește 700 °C.

## Mărimi energetice și radiative

Pentru a caracteriza emisia undelor electromagnetice de către corpurile încălzite se definesc câteva mărimi specifice radiației termice:

*Definiție: Fluxul energetic sau fluxul radiant este viteza de variație a energiei radiante, sau energia radiantă în unitatea de timp:*

$$\phi = \frac{dW}{dt} \quad (1)$$

*Definiție: Intensitatea energetică este numeric egală cu fluxul emis în unitatea de unghi solid:*

$$I = \frac{d\phi}{d\Omega} \quad (2)$$

*Definiție: Radianta energetică a suprafeței izvorului de radiație într-un punct este egală cu fluxul emis de unitatea de suprafață:*

$$R = \frac{d\phi}{dS} \quad (3)$$

Ea poate fi scrisă ca suma contribuțiilor în energia radiantă pentru fiecare lungime de undă:

$$R = \int_0^{\infty} u(\lambda, T) d\lambda \quad (4)$$

unde  $u(\lambda, T)$  reprezintă așa numita putere de emisie a corpului și exprimă repartizarea energiei radiante după valorile lui  $\lambda$ .

O funcție echivalentă cu puterea de emisie a corpului este densitatea spectrală de energie,  $u(\nu, T)$ . Astfel cantitatea  $u(\nu, T) \cdot d\nu$  este densitatea de energie a tuturor componentelor radiației cu frecvențele cuprinse în intervalul de la  $\nu$  până la  $\nu + \Delta\nu$ .