

ETALONAREA UNUI SPECTROSCOP. ANALIZA SPECTRALĂ CALITATIVĂ

1. Scopul lucrării

Scopul acestei lucrări îl constituie etalonarea unui spectroscop (stabilirea relației care există între pozițiile liniilor spectrale ale neonului observate pe o scală a spectroscopului și lungimea de undă a acestora). Într-o etapă ulterioară, se utilizează spectroscopul pentru studiul spectrului altor surse de lumină (în particular al mercurului), în sensul folosirii curbei de etalonare pentru determinarea lungimii de undă a liniilor spectrale prezente în spectru. În final se calculează frecvențele și energiile corespunzătoare liniilor spectrale.

2. Considerații teoretice

Electronii care formează învelișul electronic al unui atom sunt distribuiți pe nivelele de energie ale acestuia conform principiilor cunoscute din mecanica cuantică. Această distribuție a electronilor în atom va determina starea fundamentală a atomului. În urma unor procese termice sau electromagnetice este posibil ca electronii unui atom să primească energie din exterior și să treacă pe nivele de energie mai înalte (mai depărtate de nucleu), iar atomul va trece dintr-o stare fundamentală într-o stare excitată (vezi Fig. 1). Aceasta din urmă va fi ocupată numai temporar căci electronii pot reveni pe nivelele de energie pe care le ocupau inițial prin emiterea unui foton. Energia fotonului se leagă de frecvență prin relația lui Planck,

$$E = h\nu \quad (1)$$

h este constanta lui Planck egală cu $6.62561 \cdot 10^{-34}$ Js și reprezintă diferența de energie dintre nivelele între care se produce tranziția electronului. Fiecărui foton emis de un electron îi va corespunde o linie spectrală de o frecvență bine determinată, cuprinsă într-un domeniu larg ce se întinde de la ultraviolet (cu

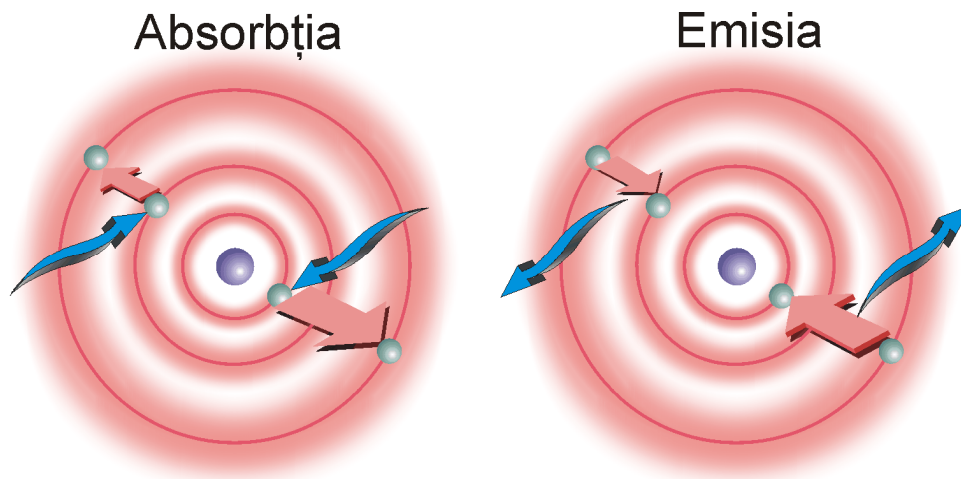


Figura 1

limita superioară în jur de $0.5 \cdot 10^{16}$ Hz) până la infraroșu (cu limita inferioară în jur de 10^{11} Hz), trecând prin domeniul vizibil. Totalitatea liniilor spectrale emise de un atom formează spectrul de emisie al acestuia. Spectrul de emisie este tipic elementului chimic căruia îi aparține atomul, fiind determinat de configurația electronică a acestuia. Deoarece atomii aparținând diverselor tipuri de elemente chimice au configurații electronice specifice (intervalele dintre nivelele de energie diferă de la un atom la altul), acestora le vor corespunde spectre de emisie specifice. Aceasta face ca prin analiză spectrală să poată fi identificat elementul chimic al cărui spectru este analizat. Spectrele substanțelor aduse în stare atomică (prin încălzire la temperaturi mult mai înalte decât temperaturile de fierbere) sunt spectre de linii.

3. Aplicații

Spectroscopia optică (caracterizată prin domeniu vizibil, ultraviolet și infraroșu) permite identificarea elementelor componente, determinarea structurii unui material, stabilirea concentrației dintr-un material specific. Utilitatea spectroscopiei este demonstrată și aplicată în aproape toate domeniile de activitate cum ar fi: fizică, astrofizică, chimie, biologie, medicină, protecția mediului, industria alimentară. De exemplu, analiza calitativă a substanțelor medicamentoase, identificarea și controlul purității unor substanțe, dozarea unor substanțe din amestecuri.

4. Metodica experimentală

4.1 Montajul experimental

Analiza spectrală se efectuează cu ajutorul spectroscopului prezentat schematic în figura 2. Spectroscopul este format din patru elemente principale:

1. Colimator al fantei: prevăzut cu o fantă reglabilă (F) (în fața căreia se așează sursa de lumină studiată) și obiectivul (care transformă fasciculul divergent care pătrunde prin fantă în unul paralel și îl trimite

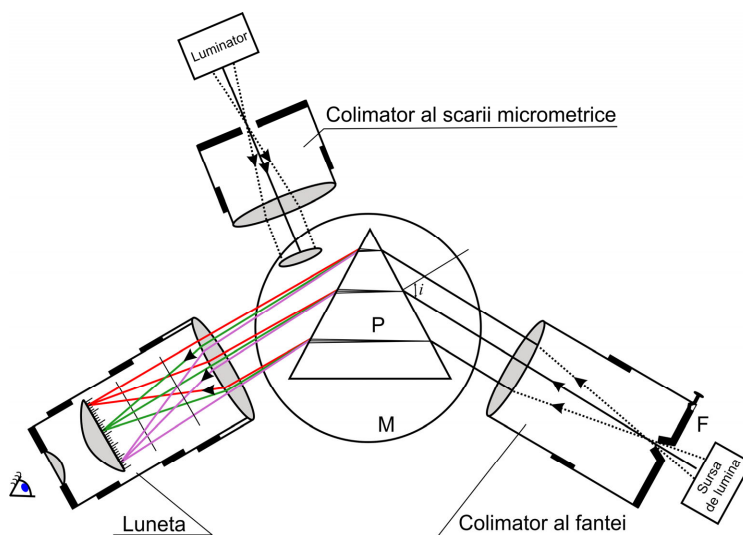


Figura 2.

spre prismă);

2. Prisma (P): care separă radiațiile de diferite lungimi de undă din fasciculul incident;
3. Luneta: reglată pentru infinit (care permite observarea spectrului produs de prismă), formată din lentila în al cărui plan focal se formează imaginile fantei, adică spectrul radiației studiate și ocularul care permite observarea imaginilor date de lentilă;
4. Colimator al scării micrometrice: care suprapune peste imaginea spectrului studiat imaginea unui sistem de fire reticulare, necesare pentru stabilirea liniilor spectrale. De obicei pentru stabilirea poziției liniilor spectrale se utilizează dispozitive micrometrice. În cazul spectroscopului folosit de noi citirea poziției liniilor spectrale se face cu ajutorul unui dispozitiv asemănător șublerului.

Piesa cea mai importantă a spectroscopului este prisma, care realizează spectrul sursei de lumină studiate, descompunând radiația care provine de la aceasta datorită dispersiei (dependența vitezei de propagare a undelor și deci a indicelui de refracție de frecvența acestuia). Deoarece deviația produsă de prismă crește cu scăderea lungimii de undă, lumina violet este deviată cel mai mult, iar lumina roșie este deviată cel mai puțin.

4.2 Modul de lucru

1. Se utilizează un tub cu descărcare ce conține gazul pentru care se cunosc lungimile de undă ale liniilor spectrale (în particular neonul).
2. Se amorsează descărcarea tubului.
3. Se așează tubul în dreptul fantei spectroscopului și se reglează fanta astfel încât în ocular să se poată observa o imagine clară a spectrului gazului din tub sub forma unor linii distincte.
4. Se notează pozițiile liniilor spectrale în tabelul 1.

Folosind tabelul 3 în care sunt prezentate lungimile de undă ale liniilor spectrale se completează în tabelul 1, lungimea de undă corespunzătoare culorii

Tabelul 1

spectrul studiat	culoarea liniei	roșu aprins	roșu portocaliu	portocaliu	galben	verde deschis	verde stânga	verde dreapta
Ne	lungimea de undă (Å)							
	poziția liniei (x)							

Se repetă operațiile de mai sus utilizând un alt tub care conține gazul al cărui spectru dorim să-l studiem (în cazul de față mercurul). Datele obținute vor fi notate în tabelul 2.

Etalonarea unui spectroscop. Analiza spectrală calitativă

Tabelul 2

spectrul studiat	culoarea liniei					
Hg	lungimea de undă (Å)					
	poziția liniei (x)					
	frecvența (Hz)					
	energia (eV)					

4.3 Prelucrarea datelor

1. Se construiește pe hârtia milimetrică curba $\lambda = f(x)$ (lungimea de undă în funcție de poziția liniilor spectrale) numită curbă de etalonare a spectroscopului.
2. Utilizând curba de etalonare a spectroscopului se determină lungimile de undă ale liniilor spectrale din spectrul studiat.

Tabelul 3 Lungimi de undă a unor linii din spectrul Neonului

Nr. Crt.	poziția și culoarea liniei	strălucirea relativă	lungimea de undă [Å]
1	roșie aprinsă	10	6402
2	roșie portocalie, stânga dintre cele două linii apropiate	10	6143
3	portocalie, prima vizibilă în stânga față de linia galbenă	5	5945
4	galbenă	20	5852
5	verde deschis, prima linie vizibilă după linia galbenă	4	5760
6	linia verde din stânga din cele două linii separate	8	5400
7	linia verde din dreapta din cele două linii separate	6	5330
8	linia verde din dreapta din cele cinci linii echidistante	5	5031
9	Albastră-verde	8	4849

Tabelul 4 Exemple de spectre

	Spectrul vizibil
	Hidrogen
	Neon
	Fier