

Spettri a righe

REGISTRAZIONE E VALUTAZIONE DELLA SERIE DI BALMER DELL'IDROGENO E DI AMPI SPETTRI A RIGHE NEL CAMPO VISIBILE.

- Registrazione dello spettro a righe dell'idrogeno.
- Determinazione delle frequenze delle righe H_{α} , H_{β} , H_{γ} e H_{δ} dalla serie di Balmer dell'idrogeno.
- Calcolo della costante di Rydberg.
- Registrazione e valutazione degli spettri a righe dei gas nobili e dei vapori metallici.

UE5020100

01/24 UD

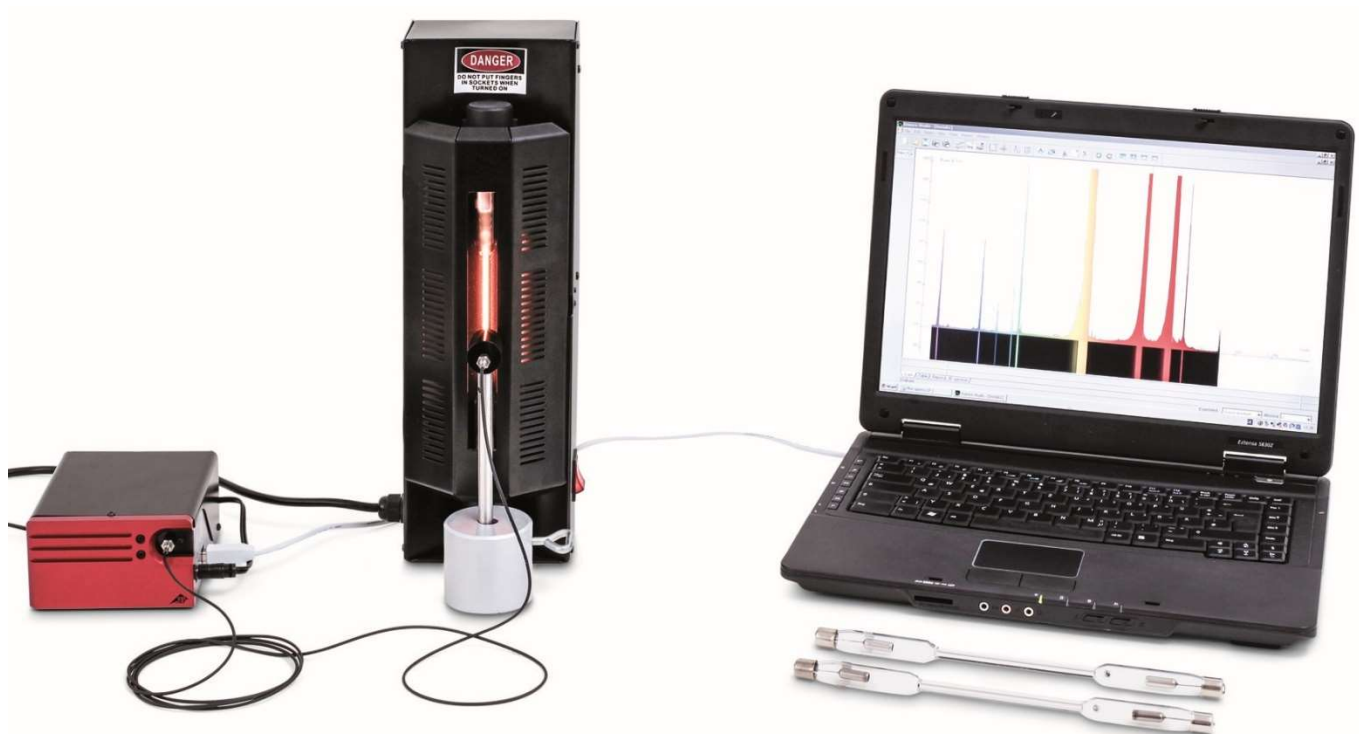


Fig. 1: Disposizione per la misurazione.

BASI GENERALI

Gli atomi che emettono luce in un gas luminoso generano spettri di diverse righe singole, chiaramente separate l'una dall'altra, anche se possono accumularsi in singoli punti. Le righe sono caratteristiche per l'elemento chimico perché ogni riga corrisponde ad un passaggio tra due livelli precisi di energia all'interno del guscio elettronico dell'atomo.

Lo spettro di emissione dell'idrogeno atomico nel campo visibile presenta quattro righe H_{α} , H_{β} , H_{γ} e H_{δ} , che proseguono nel range degli ultravioletti per formare una serie completa. Per le frequenze di questa serie *J.J. Balmer* nel 1885 ha indicato una formula empirica:

$$(1) \quad v = R \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$n = 3, 4, 5, 6, \dots$

$R = 3290 \text{ THz}$: costante di Rydberg

Successivamente è stato possibile spiegare la serie di frequenze nell'ambito del modello atomico di Bohr, semplicemente con l'emissione di energia dell'elettrone durante il passaggio da gusci superiori al secondo guscio dell'atomo di idrogeno.

Già lo spettro a righe dell'atomo di elio contenente solo un elettrone in più è notevolmente più complesso di quello dell'atomo di idrogeno, poiché gli spin di entrambi gli elettroni si possono allineare in modo parallelo o antiparallelo e pertanto occupare, nell'atomo di elio, livelli di energia completamente diversi.

La complessità aumenta ancora per tutti gli altri elementi chimici. In ogni caso però lo spettro a righe è caratteristico dell'elemento.

ELENCO DEGLI STRUMENTI

1	Spettrometro LD, digitale	U22028	1018103
1	Alimentatore tubi spettrali	U418001	1000683/4
1	Tubo spettrale idrogeno	U41817	1003409
1	Piede a barilotto, 1000 g	U13265	1002834

In aggiunta si consiglia:

1	Tubo spettrale elio	U41816	1003408
1	Tubo spettrale neon	U41821	1003413
1	Tubo spettrale argon	U41811	1003403
1	Tubo spettrale cripto	U41819	1003411
1	Tubo spettrale mercurio	U41820	1003412

NOTE

- Alcuni tubi spettrali sono riempiti con un gas vettore supplementare. Alla messa in funzione dei tubi spettrali attendere alcuni minuti fino a quando non saranno marcatamente visibili solo le linee spettrali dell'elemento specifico.
- Non utilizzare i tubi spettrali funzionamento continuo poiché ciò potrebbe comprometterne la durata. Seguire le raccomandazioni presenti nelle istruzioni per l'uso dei tubi spettrali.

MONTAGGIO E ESECUZIONE

- Disporre lo spettrometro digitale, l'alimentatore per tubi spettrali con tubo spettrale idrogeno inserito e il computer come raffigurato in Fig. 1.
- Avvitare la fibra ottica sullo spettrometro e il supporto per la fibra ottica. Fissare il supporto per la fibra ottica presso l'asta nel piede a barilotto e posizionarlo direttamente davanti all'apertura dell'alimentatore per tubi spettrali.
- Accendere il computer.

- Collegare lo spettrometro alla rete elettrica.
- Collegare lo spettrometro al computer per mezzo del cavo USB.
- Nella finestra che si apre fare clic su "Run EsaoStudio.exe", il software si avvia automaticamente.

Nel software, la finestra interfaccia utente è visualizzata in modalità di lavoro "Emission" e vengono subito registrati valori di misurazione.

Nota:

ad eccezione della modalità di lavoro "Emission", tramite le etichette sulla sinistra è possibile selezionare (dall'alto verso il basso) anche le modalità "Absorbance", "Manual acquisition", "Kinetic" e "3D Kinetic".

- Accendere l'alimentatore per tubi spettrali e registrare lo spettro di emissione nella modalità di lavoro "Emission".
- Terminare la registrazione dello spettro di emissione facendo clic sul pulsante "Run/Pause" non appena le linee spettrali risultano marcatamente visibili (Fig. 2). Una volta inserito il nome del file nel campo "Nome", salvare lo spettro facendo clic su "Save".
- Assegnare le linee spettrali ai numeri atomici, leggere e annotare le lunghezze d'onda delle linee spettrali nello spettro (Tab. 1). Per la lettura dei dati, passare con l'indicatore del mouse sulle linee spettrali. Eventualmente selezionare un altro strumento da "Tools".
- All'occorrenza, montare altri tubi spettrali nell'apposito alimentatore e registrare spettri di emissione come descritto sopra (Figg. 3, 4, 5).

ESEMPIO DI MISURAZIONE

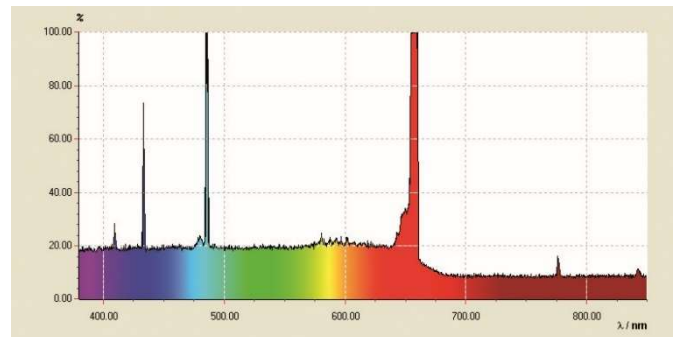


Fig. 2: Spettro a righe dell'idrogeno atomico.

Tab. 1: Numeri atomici n , reciproci dei quadrati $1/n^2$, lunghezze d'onda misurate λ e frequenze calcolate ν per la serie di Balmer dell'idrogeno nel campo visibile.

n	$1/n^2$	λ / nm	ν / THz
3	0,111	656	457
4	0,063	487	616
5	0,040	432	694
6	0,028	410	732

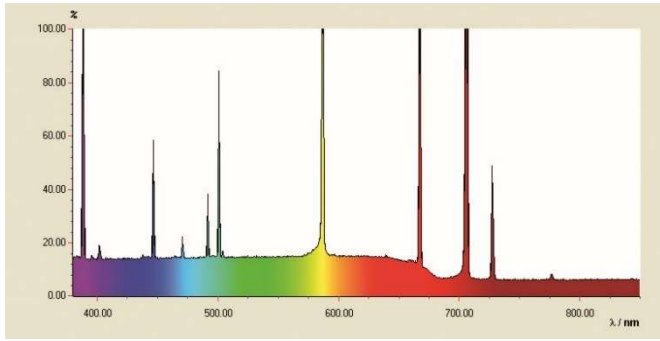


Fig. 3: Spettro a righe dell'elio.

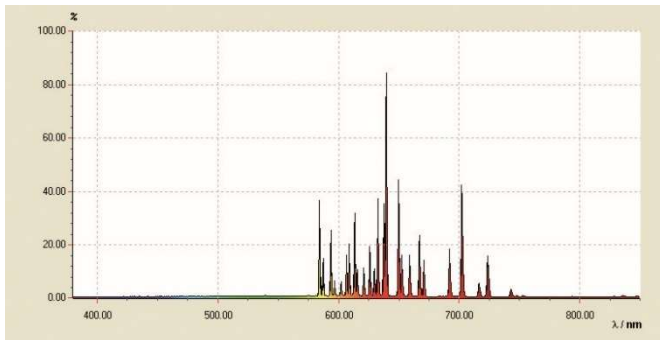


Fig. 4: Spettro a righe del neon.

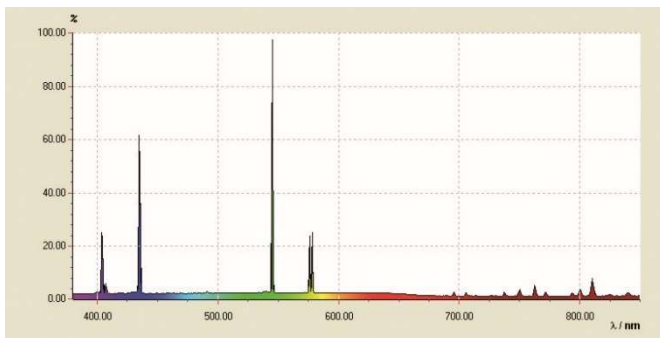


Fig. 5: Spettro a righe del mercurio.

ANALISI

- Dai numeri atomici $n = 3, 4, 5, 6, \dots$ calcolare i reciproci dei quadrati $1/n^2$ (Tab. 1).
- Dalle lunghezze d'onda λ calcolare le frequenze ν (Tab. 1):

$$(2) \quad \nu = \frac{c}{\lambda}$$

$c = 3 \cdot 10^8$ m/s: velocità della luce nel vuoto

- Riportare in un diagramma le frequenze ν rispetto ai reciproci dei quadrati $1/n^2$ (Fig. 6).

Nella rappresentazione $\nu = f(1/n^2)$ come da equazione (1) le frequenze della serie di Balmer si trovano su una retta se si assegna alla linea H_α il numero $n = 3$, alla linea H_β il valore $n = 4$, ecc.

- Far passare una retta sui punti di misurazione (Fig. 6).

Dall'equazione (1) consegue che:

$$(3) \quad \nu = R \cdot \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) = -R \cdot \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{4} \right)$$

La costante di Rydberg R si ricava pertanto dall'incremento lineare a come segue:

$$(4) \quad a = -3320 \text{ THz} = -R \Rightarrow R = 3320 \text{ THz}$$

in perfetto accordo con il valore di letteratura.

Il punto d'intersezione con l'asse x è 0,25 dato che i passaggi della serie di Balmer sono orientati al livello di energia $n = 2$.

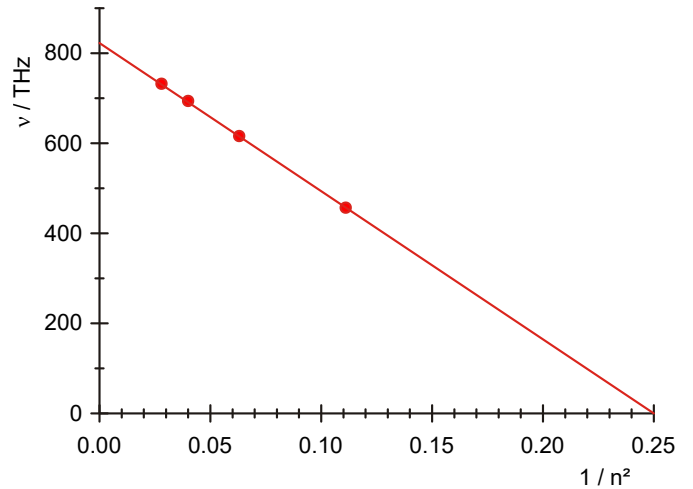


Fig. 6: Frequenze di transizione della serie di Balmer in funzione di $1/n^2$.