

L'ESPECTRE D'HIDROGEN I LA CONSTANT DE RYDBERG¹

Procediment

Podem veure's fàcilment tres de les ratlles brillants de l'hidrogen. Enfosquant l'habitació i esperant fins que els ulls s'hagin acostumat a la foscor, podrà veure's també una quarta línia de l'hidrogen en el violeta llunyà. Algunes persones poden tenir certa dificultat fisiològica per veure la línia violeta més fosca.

Material

Espectroscopi
Tub espectral d'hidrogen
Tub espectral de mercuri
Font d'alimentació d'alta tensió.

A la taula següent heu d'indicar les dades obtingudes amb l'espectroscopi. L'error en la longitud d'ona λ no hauria de ser superior a l'1 per cent. S'inclouen longituds d'ona d'un manual per a comparació. En concret, la línia verda del mercuri es pot utilitzar per a calibrar l'espectroscopi (si es disposa de làmpada de sodi es pot calibrar amb la línia groga).

Element	Color	λ (en nm) (mesures amb l'espectroscopi)	λ (en nm) (dades d'un manual)
Mercuri	Verd	546	546
Hidrogen	1. Violeta fosc		410
	2. Violeta		434
	3. Blau-verd		486
	4. Roig		656

La taula donada a continuació s'ha d'omplir tant amb les raons calculades dels inversos de la longitud d'ona com les obtingudes a partir de las longituds mesurades amb l'espectroscopi. Les raons o quocients calculats s'han d'obtenir a partir de (es fica la primera raó com exemple):

$$\frac{1}{\lambda_1} = \frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}$$
$$\frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{n_f'^2} - \frac{1}{n_i'^2}$$

Els quocients de les longituds d'ona de l'hidrogen s'han de col·locar en les files que més s'ajustin als valors per tal d'esbrinar a quines transicions correspon cada λ .

n_i	n_i'	n_f	Raó calculada	Raó mesures
-------	--------	-------	---------------	-------------

¹ J. Lorenzo Ramírez Castro. [jramire7\(arroba\)xtec.net](http://jramire7(arroba)xtec.net), a partir d'una proposta del manual de laboratori del PSSC.

			$\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}$	$\frac{1}{\lambda_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$
2	3	1	0,8438	
2	4	1		
2	5	1		
3	4	2		
3	5	2		
3	6	2		
4	5	3		
4	6	3		
4	7	3		

Niels Bohr va proposar en 1913 una teoria per a l'àtom d'hidrogen que tenia en compte les propostes quàntiques de Planck i Einstein i que portaven a establir la longitud d'ona de les radiacions de llum emeses per l'àtom d'hidrogen segons l'equació:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{2\pi^2 k m e^4}{h^3 c} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

que era formalment idèntica a la de Rydberg:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

obtinguda experimentalment a partir de les ratlles espectrals de l'hidrogen. En aquest treball es proposa comprovar la validesa de les equacions de Rydberg i Bohr i, a partir del valor d'R obtingut experimentalment, trobar el valor de la constant de Planck.

La constant de Planck es pot determinar a partir de la relació:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{2\pi^2 k m e^4}{h^3 c} \left(\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2} \right)$$

Utilitzant cada valor de la longitud d'ona mesurada junt amb els valors apropiats de n_i i n_f heu d'obtenir un valor mitjà per a h que no s'ha d'allunyar massa de $6,625 \times 10^{-34}$ joule/seg.

Si l'error introduït a partir de la mesura de λ és petit (per exemple, al voltant de l'1 per cent), com h és proporcional a $\lambda^{1/3}$, l'error en la determinació de h en aquest experiment serà encara menor.

Algunes constants físiques

Càrrega de l'electró: $e = 1,602 \times 10^{-19}$ C

Massa en repòs de l'electró: $m_e = 9,108 \times 10^{-31}$ kg

Constant dielèctrica al buit: $k = 9 \times 10^9$ Nm²/C²

Permitivitat al buit: $\epsilon_0 = 1/4\pi k = 8,854 \times 10^{-12}$ C²/Nm²

Velocitat de la llum al buit: $c = 3 \times 10^8$ m/s

Dades pel professorat

Material

Espectroscopi

S'ha d'utilitzar un espectroscopi que sigui capaç de mesurar el nanòmetre (també serveix si l'escala mesura els 10 nm, ja que es pot intercalar als 5 nm com a mínim i la imprecisió no sobrepassaria el 5%. L'espectroscopi MT03254 de cartró amb escala graduada no serveix).

Tub espectral de mercuri

La línia verda del mercuri es pot utilitzar per a calibrar l'espectroscopi. Si es disposa de làmpada de sodi es pot calibrar amb la línia groga.

Tub espectral d'hidrogen

Igual que el tub de mercuri, es pot demanar al CEDEC a través dels centres de recursos pedagògics (CRPs). També es pot comprar en les cases de material de laboratori.

Font d'alimentació d'alta tensió.

Es pot demanar al CEDEC a través dels centres de recursos pedagògics (CRPs). També es pot comprar en les cases de rètols lluminosos.

Resultats

n_i	n'_i	n_f	Raó calculada $\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n_i^2}$ $\frac{1}{n_f^2} - \frac{1}{n'_i^2}$	Raó mesures $\frac{1}{\lambda_1} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$ λ_2
2	3	1	0,8438	
2	4	1	0,8000	
2	5	1	0,7813	
3	4	2	0,7407	486/656 = 0,7408
3	5	2	0,6614	434/656 = 0,6616
3	6	2	0,6250	410/656 = 0,6250
4	5	3	0,6836	
4	6	3	0,5833	
4	7	3	0,5359	

656 nm correspon a la transició $n = 3$ a $n = 2$

486 nm correspon a la transició $n = 4$ a $n = 2$

434 nm correspon a la transició $n = 5$ a $n = 2$

410 nm correspon a la transició $n = 6$ a $n = 2$