

## Litróf alkalímálma

### Tilvísun

1. Eisberg and Resnick: Quantum Physics of Atoms . . . , kafli 4.4.
2. Alonso and Finn: Fundamental U. Physics III, kafli 4.6.
3. Herzberg: Atomic spectra and atomic structure, kaflar 1 og 2.
4. Haken and Wolf: The Physics of Atoms and Quanta
5. Ljósritaðir viðaukar með vinnuseðli.

### Ensk lykilorð

Emission spectroscopy, alkali metals, atomic structure.

### Inngangur

Í þessari tilraun er geislunarróf alkalímálma skoðað. Alkali-málmarnir hafa aðeins eina gildisrafeind og því eru litróf þeirra einfaldari en annarra atoma. Þó einföld væru féllu þessi litróf ekki að klassiskri eðlisfræði nítjándu aldarinnar. Þetta misræmi varð ein helsta kveikjan að skammtafræðinni.

Balmer fann árið 1885 empiríska reglu í litrófi vetnis.

$$\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R \left[ \frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right] \quad (1)$$

Hér eru  $n_k$  heiltölurnar  $n_1 = 2$  og  $n_2 = 3, 4, 5, \dots$ . Hann spáði réttilega um tilvist lína, utan þess mælisviðs sem hann náði til, sem svöruðu til  $n_1 = 1, 3, \dots$ . Seinna var rennt eðlisfræðilegum stöðum undir þessa niðurstöðu með líkani Bohrs af vetnisatominu og með skammtafræðinni. Heiltölurnar  $n_k$  urðu að skammtatölum. Orkumælistíkan  $\tilde{\nu}$  er mikið notuð í litrófsgreiningu.  $\tilde{\nu} = \frac{1}{\lambda} = \frac{\nu}{c} = \frac{E}{hc}$ . Algengast er að nota kvarðann [ $cm^{-1}$ ]. Stuðullinn  $R$  fékk nafnið Rydberg fasti. Hann má tákna við aðra grunnfasta eðlisfræðinnar.

$$R = \frac{m_e e^4}{8\epsilon_0^2 h^3 c} \frac{1}{(1 + m_e/M)} \simeq R_\infty (1 - m_e/M) \quad (2)$$

$$R_\infty = 1.0974 \cdot 10^7 m^{-1} \quad \frac{1}{R_\infty} = 91.12 nm \quad (3)$$

Litrófi þyngrri alkali-málma má lýsa á svipaðan hátt með

$$\tilde{\nu} = R \left[ \frac{1}{(n_f - \delta_f)^2} - \frac{1}{(n_i - \delta_i)^2} \right] \quad (4)$$

þar sem  $n_f$  og  $n_i$  eru skammtatölur orkustiganna sem rafeindin hoppar á milli, og  $\delta_f, \delta_i$  eru stærðir sem á ensku kallast “quantum defects”. Uppruni þeirra er í fráviki rafs-viðsins frá Coulomb sviði vetnis atomsins. Stærðin  $\delta$  er háð hleðslutölu kjarnans  $Z$  og hverfiskriðþunga-skammtatölunni  $l$ , vegna mismunandi skörunar bylgjufallanna við innri hvel, en er í fyrstu nálgun óháð hvelskammtatölunni  $n$ .

Fyrir vetni er  $\delta \equiv 0$ , svo orka rafeindanna á hverju hveli er óháð  $l$ . Breyting á  $\delta$  með  $l$  fyrir aðra alkalímálma endurspeglar að hvelorkustigin ( $n$ ) hafa klofnað upp í undirstig, hvert með sína skammtatölu  $l$ . Fjöldi litrófslínanna ákvarðast af valreglunum

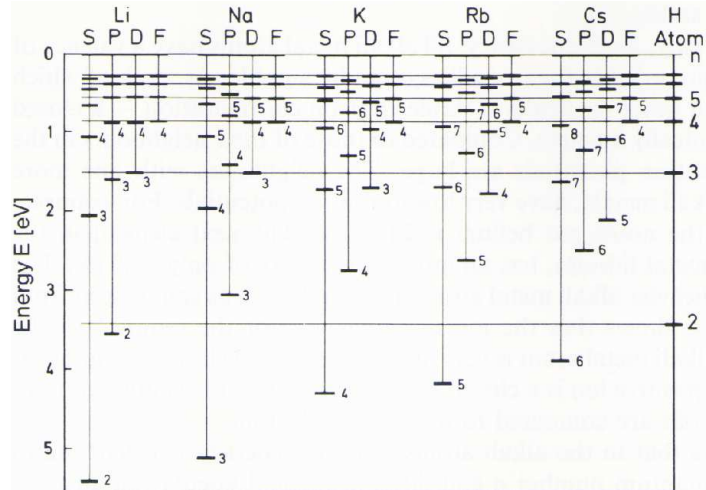
- $\Delta l = \pm 1$                        $\Delta s = 0$

Frá fyrstu tíð voru línurnar flokkaðar eftir styrk og útliti. Nöfn þessara flokka voru síðan yfirfærð á orkustig skammtafræðinnar.

Sharp	$s \rightarrow p$	$(l=0 \rightarrow l=1)$
principal	$p \rightarrow s$	$(l=1 \rightarrow l=0)$
diffuse	$d \rightarrow p$	$(l=2 \rightarrow l=1)$

Taflan hér að neðan gefur stærðina  $\delta = \delta(Z, l)$  fyrir alkalimálmana.

	s $l=0$	p $l=1$	d $l=2$	f $l=3$
H	0	0	0	0
Li	0.412	0.041	0.002	0
Na	1.373	0.883	0.010	0.001
K	2.230	1.766	0.146	0.007
Rb	3.195	2.711	1.233	0.012
Cs	4.131	3.649	2.448	0.022



## Ljósgjafar og litrófsgreinar

Ljósgjafarnir eru gasúthledslulampar sem innikalda gufur alkalimálmana. Þéttleiki atomanna í gasfasanum ræðst af hitastigi lampans. Meðan lampinn er að hitna einkennist litróf hans af mengun frá glerveggjunum og skautum.

Litrófsgreinirinn er “monochromator” með speglunar-greiðu (e. reflection gratings). Rákaþéttleikinn er 1200 rákir/mm. Litrófsgreinirinn er kvarðaður í einingunum nanometrar. Upplausn ræðst af breidd innfallsraufar og útfallsraufar,  $d$ , með  $\Delta\lambda = 1.6\text{nm/mm} \cdot d$ . Gegnskinshlutfall geisla um monokromatorinn fylgir réttu hlutfalli við  $d^2$ . Styrkur þeirrar geislunar sem sleppur í gegnum litrófsgreininn er mældur með Si-nema. Næmni hans er mikið háð öldulengd svo melda litrófið gefur bjagaða mynd af geislunarrófi lampans. Speglar og greiður litrófsgreinisins bjaga rófið á sama hátt þó í minna mæli sé. Si-neminn takmarkar öldulengdarbilið sem mælist við 400 – 1150 nm.

## Framkvæmd

Varúð: *Optiska fleti má aldrei snerta með berum fingrum. Þetta á sérlega við um fleti sem eiga að bera affmikla geisla. Nemendur skulu ráðfæra sig við kennara um umgengnisvenjur við tækin áður en framkvæmd tilraunar hefst.*

Tækjunum er komið fyrir þannig að linsa með brennividd  $f \simeq 10 - 15\text{cm}$  gefi skarpa mynd af ljósgjafanum á innfallsraufina. Si-neminn er festur yfir útfallsraufina. Honum er beitt í straumham, svo útgangur hans er tengdur við pico-amper mæli eða strauminngang á fasalæstum magnara.

D-línur alkali málmana eru miklu sterkari en aðrar línur svo svæðið í kringum þær má skanna með hærri upplausn en önnur. Vegna  $\mathbf{L} \cdot \mathbf{S}$  víxlverkunar í Na er 3p orkustigið klofið. Gula línán 3p $\rightarrow$ 3s er því tvöföld með öldulengdirnar  $\lambda_{3/2} = 589.0\text{nm}$  og  $\lambda_{1/2} = 589.6\text{nm}$ .

1. Mæling á geislunar-litrófi alkalimálma.

Geislunarlitróf alkalimálmana Na og K (eða Rb) skal mælt. Heildarróf í meðalupplausn og nágrenni D-línanna með hærri upplausn.

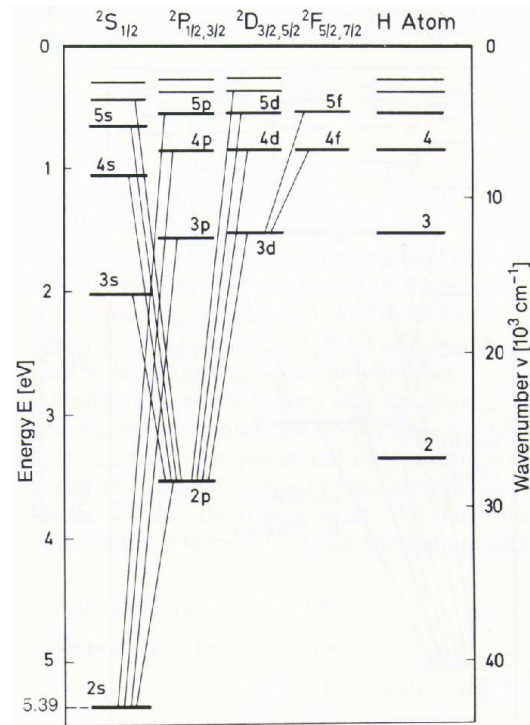
2. Mæling á geislunar-litrófi flurljósaperu

Til samanburðar skal mælt litróf flurljósaperu sem ætluð er til heimilisnota.

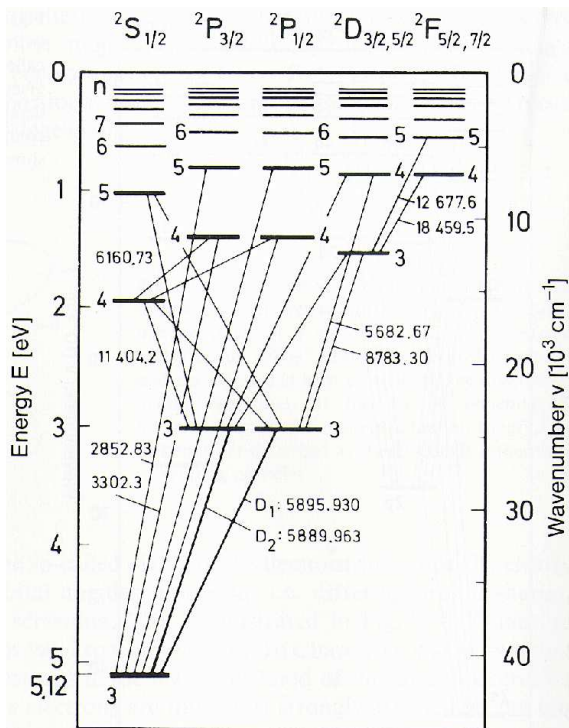
# Gagnavinnsla

Setjið mæligögnin fram á töfluformi eða grafískt eftir því sem við á. Miðið gagnavinnslna við að skýr svör fáið við eftirfarandi spurningum, og gjarna fleirum.

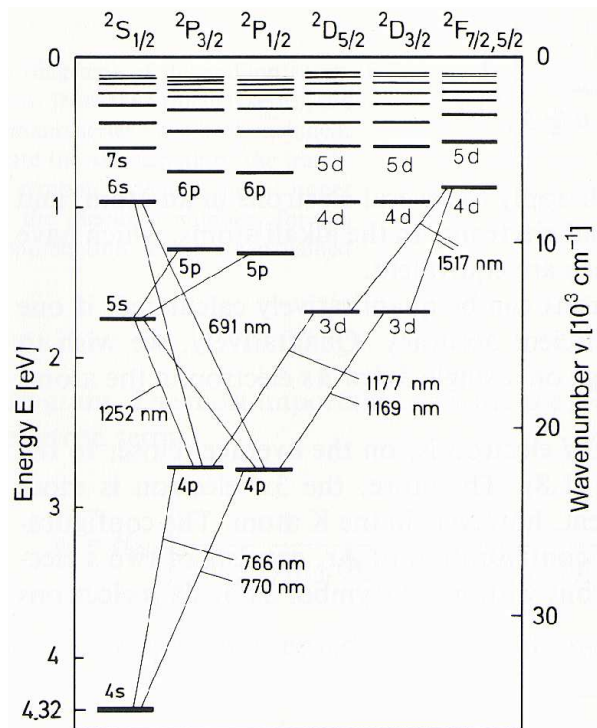
- Falla litrófin að þeirri mynd sem gefin er með jöfnu (4) og uppgefnum gildum á  $\delta$  ?
- Hvaða orkustig tengjast línunum sem þið mælið ?



Li



Na



K