

H7: Atomfysik

2.b fys A

Kevin Zhou

November 2023

Opgave 1: Spektrallinjer

- a. Forklar, hvilken spektrallinje i emissionsspektret der svarer til overgangen fra energiniveau D til energiniveau B.
1. Skriv farven (eller IR for infrarød eller UV for ultraviolet, hvis bølgelængden ikke er i det synlige område), og beregn energien (målt i eV og med 4 BC) svarende til hver af de 3 viste emissionslinjer, der har bølgelængde angivet.
2. Sæt energier (i eV) på de 4 niveauer (sæt for enkelhedens skyld A's energi til 0) – se på, hvilke overgange de 3 viste emissionslinjer, der har bølgelængder angivet, svarer til?
3. Hvilke mulige overgange er der tilbage?
4. Find energierne for disse overgange ved at se på forskelle mellem de tilhørende niveauer.
5. Find bølgelængderne, svarende til energierne i punktet ovenfor.
6. Hvilke farver svarer de til?
7. Hvilken af dem er den viste i emissionsspektret?

Løsning:

a. Det er da spektrallinjen uden nogen angivet bølgelængde, som må svare til overgangen fra energiniveau D til energiniveau B. Dette er tilfældet, da denne linje har den anden mindste bølgelængde, hvilket må svare til den anden største energi. Ved at kigge på energiniveaudiagrammet med hensyn til emission, så ses det, at netop overgangen fra energiniveau D til energiniveau B har den næststørste energi, siden overgangen mellem energiniveau A og D ikke forekommer.

1. Energierne for de tre bølgelængder regnes med formlen $E_{\text{foton}} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\lambda}$. Energien svarende til emissionslinjen med bølgelængden 323,3 nm er da

$$E_{\text{foton}} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{323,3 \text{ nm}} \approx 3,835 \text{ eV}$$

Energien svarende til emissionslinjen med bølgelængden 670,8 nm er da

$$E_{\text{foton}} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{670,8 \text{ nm}} \approx 1,849 \text{ eV}$$

Energien svarende til emissionslinjen med bølgelængden 2450 nm er da

$$E_{\text{foton}} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{2450 \text{ nm}} \approx 0,5061 \text{ eV}$$

I table 1 ses disse resultater samt farverne.

$\lambda_{\text{emission}}/\text{nm}$	Farve/type	$E_{\text{foton}}/\text{eV}$
323,3	UV-A	3,835
670,8	Rød	1,849
2450	IR	0,5061

Table 1: Tabel med energierne til de tre emissionslinjer og tilsvarende farve

2. Siden stor bølgelængde svarer til lille energi, og absorption kun sker fra grundtilstanden, må table 3 og table 2 gælde.

$\lambda_{\text{emission}}/\text{nm}$	Overgang
323,3	$C \rightarrow A$
670,8	$B \rightarrow A$
2450	$D \rightarrow C$

Table 2: Overgangene mellem energiniveauerne, som bølgelængderne svarer til

Energyniveau	Energi/eV
A	0
B	1,849
C	3,835
D	4,342

Table 3: De fire laveste energiniveauer og tilsvarende energier

3. De mulige overgange tilbage med hensyn til emission er da $D \rightarrow B$ og $C \rightarrow B$.

4. Ved subtraktion af energierne svarende til de forskellige energiniveauer (værdierne i table 3 er kun med fire betydende cifre) er energien for overgangen $D \rightarrow B$

$$E_{D \rightarrow B} \approx 2,493 \text{ eV},$$

og energien for overgangen $C \rightarrow B$ er

$$E_{C \rightarrow B} \approx 1,987 \text{ eV}.$$

5. Siden

$$\lambda = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{E_{\text{foton}}},$$

så må følgende gælde.

$$\lambda_{D \rightarrow B} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{E_{D \rightarrow B}} \approx 497,4 \text{ nm}$$

$$\lambda_{C \rightarrow B} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{E_{C \rightarrow B}} \approx 624,1 \text{ nm}$$

6. Disse svarer til cyan og orange.¹

7. Den viste i emissionsspektret må have bølgelængden 497,4 nm. Altså er den cyan.

Opgave 2: Ultraviolet lys på hydrogenatomer

Se OneNote. Jeg er for doven til at skrive ind her.

Løsning:

a. Energierne omregnes til eV.

$$1,80 \text{ aJ} = \frac{1,80 \cdot 10^{-18}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} \approx 11,2 \text{ eV}$$

$$2,00 \text{ aJ} = \frac{2,00 \cdot 10^{-18}}{1,602 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} \approx 12,5 \text{ eV}$$

b. Den største bølgelængde vil da være

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\frac{18,0}{1,602} \text{ eV}} \approx 110 \text{ nm}$$

¹ifølge Wikipedia

Den mindste bølgelængde vil da være

$$\lambda_{min} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\frac{20,0}{1,602} \text{ eV}} \approx 99,3 \text{ nm}$$

c. I position 1 vil intensitetsgrafen være for et absorptionsspektrum. Altså kan graf 1,4 og 6 nemt udelukkes. Graf 2 passer heller ikke, da absorption af fotoner med en bestemt bølgelængde ikke vil øge intensiteten der, men derimod gøre den mindre. Ved absorption af en foton i vores interval, er den eneste mulighed, at overgangen er fra energiniveau O til B (se fig. 3). Derefter emitteres for det enkelte hydrogenatom enten en foton med energien 1,94 aJ eller en foton med energien 0,3 aJ samt en foton med energien 1,64 aJ. Derfor må graf 3 bedst repræsentere målingerne i position 1.

d. I position 2 vil intensitetsgrafen være for et emissionsspektrum. Altså kan graf 2, 3 og 5 udelukkes. Af årsagerne også nævnt i **c.**, må graf 6 da repræsentere målingerne i position 2 bedst.