

## Opgaver: Rødforskydning og hastighed af galakse

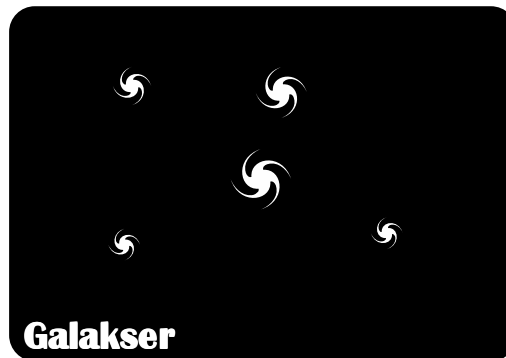
Ifølge Orbit C side 213 er *rødforskydningstallet*  $z$  defineret ved:

$$(1) \quad z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0}$$

hvor  $\lambda_0$  er *laboratoriebølgelængden* og hvor  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$  er forskellen på den observerede bølgelængde  $\lambda$  og laboratoriebølgelængden. I det følgende betegner  $v$  en galakses fart, regnet positiv i en retning væk fra os. Langt de fleste galakser har en hastighed væk fra os som bølge af *Universets udvidelse*. Skulle der være en galakse, som har en hastighed imod os, regnes hastigheden negativ. Hvis farten numerisk set er meget mindre end lysets hastighed  $c$  (typisk op til 10% af  $c$ ), så gælder følgende formel for galaksens fart:

$$(2) \quad v = z \cdot c$$

Lysets hastighed er som bekendt  $c = 299792458 \text{ m/s} \approx 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ .

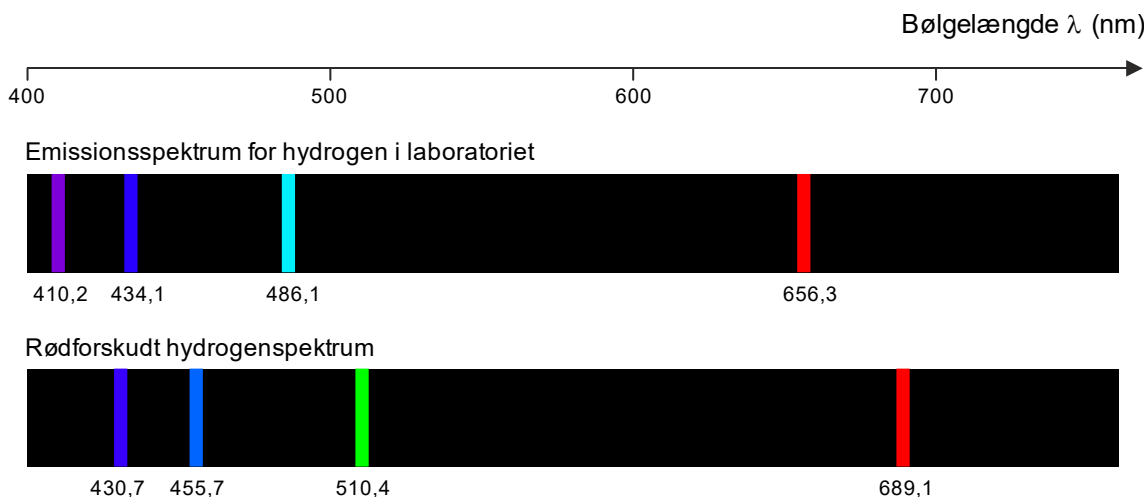


### Opgaver

- Hvad er forskellen på en *stjerne* og en *galakse*?
- Hvorfor udsender stjerner et linjespektrum fra hydrogen?
- Hvorfor udsender en stjerne også et *kontinuert spektrum*?
- Forklar med ord baggrunden for begrebet *rødforskydning*, altså hvorfor observerer man en anden bølgelængde for det lys et himmelobjekt udsender, end den bølgelængde, man ville opleve, hvis himmellegemet stod stille? *Hjælp*: Tænk eventuelt på den viste YouTube video fra timen:

<https://www.youtube.com/watch?v=h4OnBYrbCjY>

Lad os i det følgende antage, at en galakse udsender et *emissionsspektrum*, mens galaksen bevæger sig bort fra os. Nedenfor er givet emissionsspektret for hydrogen for en ukendt galakse. Både det observerede rødforskudte spektrum og laboratoriespektret for hydrogen er angivet, sammen med angivelser af bølgelængder.



- e) Beregn hvor meget linjen yderst til venstre er forskudt i nanometer (nm), altså bestem bølglængdeforskellen  $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_0$ .
- f) Bestem *rødforskydningstallet*  $z$  via formlen (1).
- g) Bestem galaksens fart ved hjælp af formel (2).
- h) I praksis er det ikke et emissionsspektrum, astronomerne observerer, men derimod et *absorptionsspektrum*. Forklar hvorfor det er det, man observerer. *Hjælp*: Se tillægget *Rødforskydning* med figurer. Forklar med ord!

Med et *håndspektrometer* kan man observere, at lys fra Solen eller en glødepære giver et *kontinuert spektrum*, mens lys fra et hydrogenrør eller et lysstofrør giver anledning til et *linjespektrum*. Et håndspektrometer indeholder et lille optisk gitter, med hvilket det kan adskille lysets forskellige bølglængder.



*Andromeda galaksen* befinder sig ca. 2,5 mio. lysår borte. Det er en spiralgalakse, som estimeres til at bestå af op mod 1 trillion stjerner. Faktisk fjerner galaksen sig ikke fra den galakse, som vi selv er i, nemlig *Mælkevejen* – den nærmer sig tværtimod til *Mælkevejen* med en fart på 110 km/s. Derfor vil der her foregå en blåforskydning af spektrallinjerne ...

