# Stjerner og kosmologi – Arbejdsark 5 – Hubbles lov

## Opgave 1

I spektret for en galakse observeres der en absorptionslinje ved en bølgelængde på 446 nm. Man kan se at denne linje kommer fra hydrogens absorptionsspektrum og netop denne linje svarer til en absorptionslinje ved 410 nm (målt i et laboratorie her på jorden).

1. Beregn rødforskydningen
2. Bestem galaksens hastighed i forhold til os.
3. Hvilken afstand er der til galaksen ifølge Hubbles lov?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Navn | Afstand, *r* | Hastighed, *v* |
|  | Mlysår | km/s |
| Uma | 80,1 | 1270 |
| Fornax | 78,2 | 1380 |
| Centaurus | 203 | 3390 |
| Hydra I | 242 | 3490 |
| Pegasus | 215 | 3880 |
| Cancer | 298 | 4900 |
| Pisces | 283 | 5110 |
| Perseus | 323 | 5470 |
| Zw 74-23 | 375 | 6230 |
| A1367 | 394 | 6640 |
| A400 | 461 | 6990 |
| Coma | 411 | 7140 |
| A539 | 524 | 8500 |
| A2634/66 | 450 | 8610 |
| A1185 | 724 | 10500 |
| A2147 | 697 | 10500 |
| Hercules | 648 | 11200 |

## Opgave 2

I tabellen til højre ses data for nogle galakser, hvor man med nogenlunde sikkerhed kender afstanden samt hastigheden bort fra os.

1. Afsæt datapunkterne i et koordinatsystem, og vis at der med god tilnærmelse er tale om en proportionalitet mellem hastigheden *v* og afstanden *r*.
2. Bestem $H\_{0}$ i enheden $\frac{km}{s} pr. Mly$ vha. regressionen.

## Opgave 3

*Kilde: Sandage og Tammann, The Astrophysical Journal, 365, 1-10, 1990*

*De viste data i tabellen illustrerer blot ét blandt mange forsøg på at bestemme H0.De nævnte navne er egentlig navne på galaksehobe og hvert datasæt er derfor et gennemsnit for flere galakser.
De viste hastigheder er bestemt med god nøjagtighed vha. rødforskydningen, men afstandene er derimod behæftet med stor usikkerhed og er et passende gennemsnit af forskellige forskeres resultater. F.eks. er afstanden til Coma-hoben målt af 4 forskellige forskergrupper til hhv. 450, 501, 399 og 411 Mly*

Forklar hvordan man vha. Hubbles lov kan bestemme afstande til fjerne galakser.

## Opgave 4

Løs opgave 7 på arbejdsark 2 (såfremt du ikke har gjort det endnu) og bestem denne galakses hastighed i forhold til os. Bestem også afstanden til galaksen med Hubbles lov.

## Opgave 5 - Hubbletiden

Målet med opgaven er at udregne et mål for Universets alder.

Vi antager at Universet har udvidet sig med samme hastighed hele tiden (grov antagelse?). Dermed må følgende formel for bevægelse med konstant hastighed kunne anvendes:

$$s=v⋅t$$

Vi kalder nu *s* for *r* og *t* for TH. Dermed fås

$$r=v⋅T\_{H}$$

Vi vil gerne bestemme tiden som Universet har udvidet sig i, derfor isoleres TH kaldet Hubbletiden.

(Isolér selv TH)

Isolér $\frac{r}{v}$ i Hubbles lov og indsæt. Nu kan Universets alder beregnes (gør det)