

## Projektarbejde – Afstande mellem objekter

**Formål:** Formålet med dette gruppearbejde er at gøre eleven fortrolig med udvidelsen af universet og bestemmelse af universets alder. Desuden trænes eleven i datasøgning i korrekte databaser og hensigtsmæssig datavalg.

**Teori:** Kap. 10.2 i Systimes "Astronomi C" om universets udvidelse og kosmologisk rødforskydning.

**Metode:** Selvstudie i grupper af 2-4 elever. Alle i gruppen skal kunne gøre rede for alle svar på diverse spørgsmål.

**Tidshorisont:** Der afsættes 4 lektioner til at besvare opgaven.

**Problemstilling:** Ved at observere andre galakser i universet kan vi se, at deres lys ofte er rødforskydet, hvilket må betyde at galakserne bevæger sig væk fra os. I takt med at afstanden til de observerede galakser bliver større og større, vil rødforskydningen også blive større. Ved at sammenligne galaksernes hastighed med deres afstand til os, kan vi derfor se, hvor hurtigt universet udvider sig. I skal finde denne udvidelse og bruge den til at bestemme hvor gammelt vores univers er ved at bruge:  $t_0 = \frac{1}{H_0}$ .

### Spørgsmål (Lukket opgave):

- 1) Lav et datasæt med afstand og rødforskydning for mindst 10 galakser med forskellig afstand til os. Galaksedata kan findes på NED/IPAC. Brug en af disse lister over galakser i New General Catalogue: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_NGC\\_objects](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_NGC_objects)  
Overvej: Hvilke objekter skal I bruge, og hvor lysstyrke skal de være?
- 2) Beregn hastigheden af galakserne
- 3) Lav en graf, der viser sammenhængen mellem hastighed og afstand i passende enheder. Brug denne graf til at bestemme hastigheden af universets udvidelse (Hubblekonstanten,  $H_0$ )
- 4) Omregn Hubblekonstanten til universets alder

**Spørgsmål (Åben opgave):**

- 1) Lav et datasæt med afstand og rødforskydning for mindst 10 galakser med forskellig afstand til os. Galaksedata kan findes på NED/IPAC. Brug en af disse lister over galakser i New General Catalogue: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_NGC\\_objects](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_NGC_objects)  
Overvej: Hvilke objekter skal I bruge, og hvor lysstyrke skal de være?
- 2) Lav en graf, der viser en passende sammenhæng, der kan bruges til at bestemme universets alder.

**Note (gives ikke til eleverne):**

Den åbne opgave må ses først af eleven. Vurderes den for svær/udfordrende kan den lukkede anvendes. Den lukkede må ikke åbnes først og derefter vælges fra til fordel for den åbne.

Den åbne opgave vælges typisk af de stærke elever og vil, hvis den lykkes, ofte resultere i et højt SOLO-taksonomisk niveau, da det er svært at løse en åben opgave og samtidig ikke have forstået sammenhængen.

Universets Alder Projekt: SOLO TAKSONOMI (Structure of the Observed Learning Outcome)						
0	1	2	3a	3b	4	
<p><b>“Misses the point”</b></p> <p>Ingen, mangelfuld eller forkert valg af data</p> <p>Ingen eller forkert graf</p> <p>Intet estimat af universets alder</p>	<p>Finde data ved googlesøgning</p> <p>Finde d og z data for enkelte galakser</p> <p>Finde v data for galakserne</p> <p>Lave v(d)-graf i arbitrære enheder</p> <p>Mangelfulde sammenhængende beskrivelser løbende i opgaven</p>	<p>Finde d og z data fra NED-databasen</p> <p>Beregne v</p> <p>Lave v(d)-graf i SI-enheder</p> <p>Finde <math>t_0</math> ud fra bogens <math>H_0</math></p> <p>Strukturere opgaven efter tydelig rød tråd</p>	<p>Det fundne d-data er rødforskydnings-uafhængigt</p> <p>Lave v(d)-graf i typiske astronomiske enheder</p> <p>Bestemme <math>H_0</math> og <math>t_0</math> ud fra data</p> <p>Løbende forklaring af fremgangsmåde og årsager til de truffe valg</p>	<p>Det fundne d-data er et gennemsnit af flere afstandsestimater</p> <p>Sammenskriver Hubbles lov og <math>v=zc</math></p> <p>Lave v(d)-graf i km/s og Mpc</p> <p>Overvejelser omkring tendenslinje som <math>y=ax</math> eller <math>y=ax+b</math></p> <p>Bestemmer <math>H_0</math> i km/s/Mpc</p> <p>Bestemme <math>t_0</math> i Gyr</p> <p>Forholder sig til vigtigheden af rødforskydnings-uafhængig d-data</p>	<p>Inkluderer usikkerhederne på afstand som fejllinjer i grafen</p> <p>Forholder sig til størrelsen på usikkerhederne på de enkelte datapunkter</p> <p>Forholder sig til godheden af tendenslinjen og hvor godt den passer inden for datapunkternes usikkerheder</p> <p>Sammenholder <math>H_0</math> og <math>t_0</math> med bogens værdier og vurderer godheden</p> <p>Tydeligt selvstændig og flydende opgavebesvarelse</p>	
	Præ-strukturel	Uni-strukturel	Multi-strukturel	Delvis relationel	Relationel	Abstrakt
	Ingen forståelse	Overfladeforståelse		Dybdeforståelse		
Brug af irrelevant information eller svar, der ikke giver mening	Svar fokuserer på et enkelt relevant aspekt	Svar fokuserer på flere relevante træk, men er ikke sammenkoblede	Svarerne fokuserer på flere relevante træk og er delvist samordnende. Meningen er delvist forstået	De forskellige dele er integreret i en sammenhængende helhed; Enkeltdele kædes sammen med konklusioner. Meningen er forstået.	Svar generaliserer strukturen bag foreliggende information.	