

Side 1

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

**Eksamen i: AST1010 - Astronomi - en kosmisk reise**

**Eksamensdag: 14. mai 2013**

**Tid for eksamen: 0900-1200**

**Oppgavesettet er på 2 sider**

**Vedlegg: Ingen**

**Tillatte hjelpemidler: Ingen**

*Kontroller at oppgavesettet er komplett  
før du begynner å besvare spørsmålene.*

Det anbefales å gi korte svar på hvert spørsmål, men å svare på så mange av spørsmålene som mulig. Hvert spørsmål teller likt ved bedømmelsen, men det legges vekt på at besvarelsen demonstrerer en viss kunnskapsbredde.

1. Hva er nymåne og hva er fullmåne? Hvordan står sola og månen i forhold til jorda ved disse to månefasene? Forklar gjerne ved hjelp av en figur.

**Svar: Nymåne har vi når den opplyste siden av månen vender vekk fra jorden, fullmåne når den opplyste siden vender mot jorden. Ved nymåne står månen mellom jorden og solen, ved fullmåne står jorden mellom solen og månen. Det er også ved fullmåne av vi kan ha totale måneformørkelser, dersom månen blir helt dekket av jordens skygge.**

2. Hva forstår vi med en astronomisk enhet og hvordan defineres en parsec? Hvilke avstander er det vi måler eller angir i henholdsvis astronomiske enheter og parsec?

**Svar: En astronomisk enhet er nå formelt definert som 149 597 870 700 m (cirka 150 millioner kilometer). Det svarer røft til den midlere avstanden mellom jorden og solen. En parsec er den avstanden en stjerne befinner seg i hvis den har en parallaksevinkel på ett buesekund, omtrent 3.26 lysår. Avstander i solsystemet angis i astronomiske enheter, avstander til stjerner i vårt nærmeste nabolag i parsec.**

3. Skriv ned Keplers tre lover for planetbevegelse.

**Svar:**

- 1. Planetene beveger seg i ellipsebaner med solen i det ene brennpunktet.**
- 2. Forbindelseslinjen mellom en planet og solen sveiper over like store areal i løpet av like lange tidsrom.**
- 3. Omløpstiden til en planet i banen kvadrert er proporsjonal med middellavstanden (strengt tatt store halvakse) opphøyd i tredje. Dersom omløpstiden regnes i år og avstander i astronomiske enheter kan vi skrive  $P^2=a^3$ , der P er omløpstiden og a er midlere avstand (store halvakse).**

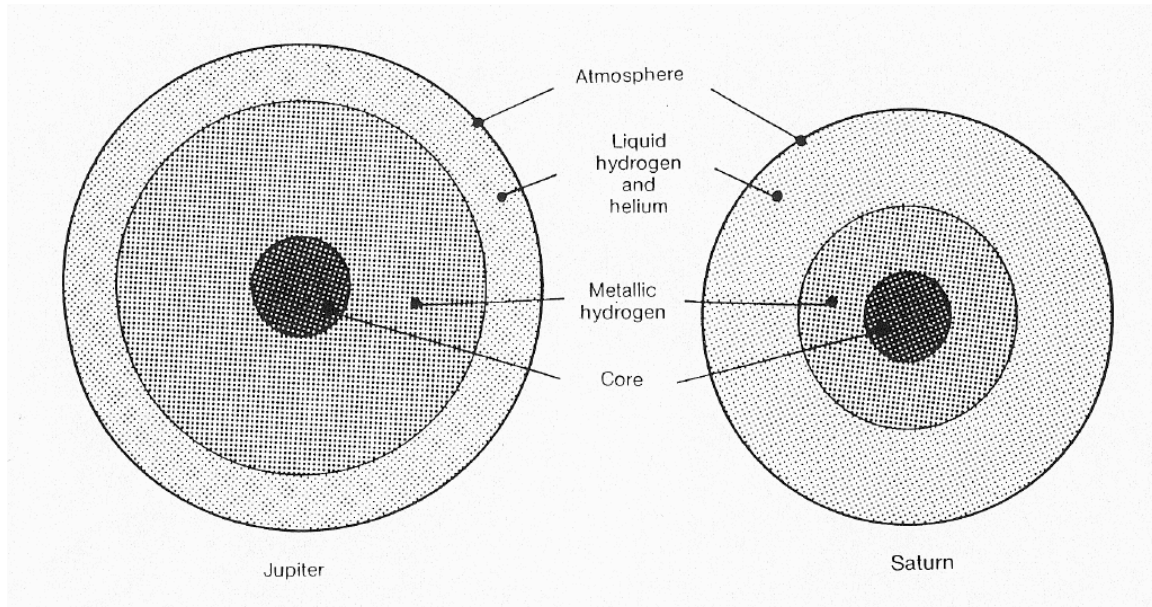
4. Hvorfor har et radioteleskop dårlig oppløsningsevne? Hva kan gjøres for å forbedre denne?

**Svar: Oppløsningsevnen til et teleskop avhenger av forholdet mellom bølgelengden til strålingen som observeres og aperturdiameteren til teleskopet. Oppløsningen blir god dersom aperturdiameteren er mye større enn bølgelengden, dårlig dersom den er sammenlignbar med eller mindre enn bølgelengden. De største radioteleskopene finnes har aperturdiameter av størrelsesorden 100 meter, og radiobølgene vi ønsker å observere kan ha bølgelengder som er sammenlignbare med dette. Derfor blir oppløsningen dårlig. Dette kan forbedres ved å bruke to eller flere radioteleskop sammen. Dette kalles interferometri, og oppløsningsevnen blir da bestemt av avstanden mellom teleskopene, som lett kan gjøres svært stor.**

5. Kan enkle former for liv eksistere på overflaten til Mars i dag? Begrunn svaret.

**Svar: Det er lite sannsynlig at selv enkle former for liv kan overleve på overflaten til Mars i dag. For det første kan ikke flytende vann finnes på overflaten over lengre tidsrom i dag. Vann vil raskt sublimere til gassform slik temperatur og trykk er i dag. Og flytende vann antas å være essensielt for alt liv. I tillegg har Mars bare en tynn atmosfære som ikke beskytter mot solens ultrafiolette stråling. UV-stråling er svært skadelig for levende celler. Av disse to grunnene ville det være svært overraskende å finne liv på overflaten til Mars i dag.**

6. Lag en skisse som viser den indre strukturen til Jupiter.



7. Hvilke to typer haler har en komet? Forklar hvorfor begge typene av haler alltid peker vekk fra sola.

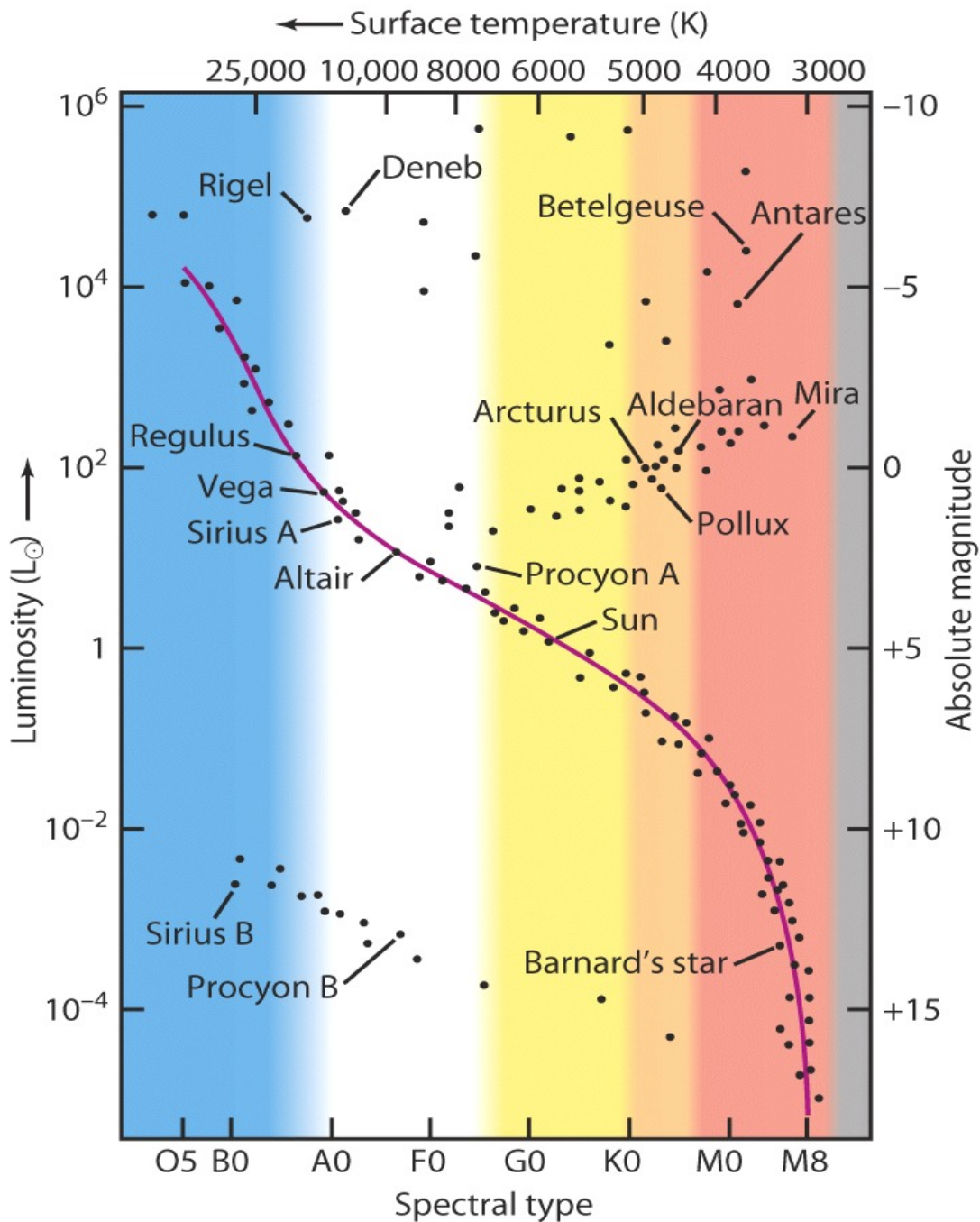
**Svar: En komet har en ionehale som består av ioniserte, elektrisk ladede atomer, og en gasshale som består av nøytrale atomer. Ionehalen vekselvirker med de ladede partiklene i solvinden og vil derfor peke vekk fra solen. Gasshalen merker strålingstrykket fra solen og vil derfor også peke vekk fra solen, selv om denne vekselvirkningen er noe svakere enn vekselvirkningen mellom ionehalen og solvinden.**

8. Forklar hvordan energi produseres i solas kjerne.

**Svar: Hovedbidraget til solens energiproduksjon kommer fra den såkalte proton-protonkjeden der nettoresultatet er at fire hydrogenkjerner (protoner) fusjonerer til en  ${}^4\text{He}$ -kjerne. Massen av en slik kjerne er mindre enn massen til de fire opprinnelige hydrogenkjernene, og massedifferensen finnes igjen som energi i henhold til  $E=mc^2$ . Omtrent 0.7 prosent av massen omdannes til energi på denne måten. Energien går med til å produsere gammafotoner, men noe går også med til å produsere nøytrinoer som forsvinner rett ut av solen.**

9. Tegn Hertzsprung-Russell-diagrammet så nøyaktig som du kan. Skriv betegnelser for temperatur/spektralklasse og lysstyrke/magnitudo på aksene. Vis hvor hovedserien befinner seg i diagrammet og merk av solas posisjon. Tegn inn hvor i HR-diagrammet vi finner kjempestjerner og superkjemper og hvor vi finner røde og hvite dvergstjerner.

**Svar:**



10. Hva er en planetarisk tåke?

**Svar: En stjerne som ikke er massiv nok til å gjennomgå alle stadiene av fusjon i kjernen opp til jern og ende livet som en kjernekkollapssupernova (en supernova av type II) vil, etter at den har forlatt hovedserien, kaste av seg de ytre gasslagene i flere omganger. Denne gassen kalles en planetarisk tåke.**

11. Hvorfor er det antageligvis en dårlig idé å lete etter planeter med liv rundt en stjerne som har 5 ganger så mye masse som sola?

**Svar: For at liv skal kunne oppstå og utvikle seg på en planet tror vi at den må ha noenlunde stabile forhold over tidsrom av størrelsesordenen en milliard år. Levetiden til en stjerne på hovedserien avtar raskt med økende masse. Solen har en levetid på hovedserien på 10 milliarder år, en stjerne som veier 5 ganger så mye vil ha en levetid på hovedserien som er mindre enn en milliard år. De representerer derfor ikke de mest lovende stedene å lete etter planeter med liv.**

12. Hva mener vi årsakene til henholdsvis kortvarige og langvarige gammaglimt (gamma-ray bursts) kan være?

**Svar: Kortvarige (< 2s) gammaglimt tror vi skyldes kollisjon mellom to nøytronstjerner, eller en nøytronstjerne og et sort hull. Langvarige (> 2s) skyldes antageligvis kollaps av svært massive stjerner (hypernovaer).**

13. Hvorfor mener vi at det må finnes mørk materie i Melkeveien?

**Svar: Vi har målt hvor raskt stjerner og gass i Melkeveiens skive beveger seg i banene rundt sentrum i galaksen. Dersom all massen er synlig finnes mesteparten i de sentrale delene. Da ville vi forvente at hastighetene skulle begynne å avta mot kanten av skiven fordi tyngdekraftene blir svakere. Det som derimot observeres er at hastighetene endrer seg lite med avstanden. De fleste astronomer konkluderer derfor med at tyngdekraftene må være sterkere, og at dette skyldes usynlig masse (mørk materie).**

14. Forklar én av grunnene til at vi tror at det må finnes mørk energi. Nevn en viktig forskjell mellom mørk materie og mørk energi.

**Svar:** Den mest direkte årsaken er at vi har observert at universets ekspansjon akselererer, slik at universet utvider seg raskere i dag enn det gjorde før. Både lysende og mørk materie gir opphav til tiltrekkende tyngdekrefter som virker som en brems på ekspansjonen og får den til å gå saktere. For å forklare akselerasjonen trenger vi et stoff som kan sette opp frastøtende tyngdekrefter. Dette stoffet kalles mørk energi og kan ikke være det samme som mørk materie, siden mørk materie gir tiltrekkende tyngdekrefter.

15. Skriv ned Hubbles lov og forklar størrelsene som inngår. Forklar hvordan den kan brukes til å estimere universets alder.

**Svar:** Hubbles lov sier at  $v = H_0 d$ , der  $v$  er hastigheten som en galakse(hop) fjerner seg fra oss med,  $d$  er avstanden og  $H_0$  er Hubbles konstant. Vi kan bruke den til å estimere universets alder, definert som det tidsrommet som er forløpt siden alle galaksene var samlet i ett og samme punkt, dersom vi antar at en galakse har beveget seg med konstant fart. Da vet vi at den har beveget seg en avstand  $d = vt_0$ , der  $t_0$  er universets alder. Kombinerer vi dette med Hubbles lov kan vi eliminere både  $v$  og  $d$  og finne at  $t_0 = 1/H_0$ . Med de beste målingene vi har av Hubbles konstant gir dette en alder på omtrent 14 milliarder år. I virkeligheten har ikke galaksene beveget seg med konstant fart, men tar du hensyn til både kosmisk deselerasjon og akselerasjon ender du opp med omtrent samme resultat.