

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: AST1010 - Astronomi - en kosmisk reise

Eksamensdag: Onsdag 12. november 2014

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.*

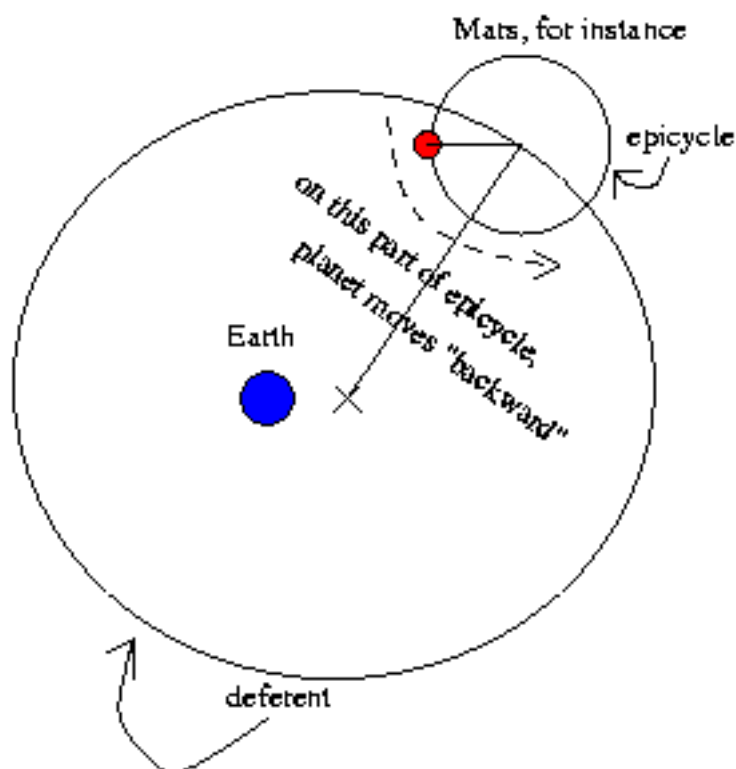
Det anbefales å gi korte svar på hvert spørsmål, men å svare på så mange av spørsmålene som mulig. Hvert spørsmål teller likt ved bedømmelsen, men det legges vekt på at besvarelsen demonstrerer en viss kunnskapsbredde.

1. Hva er retrograd bevegelse, og hvordan ble den forklart i det geosentriske verdensbildet?

Retrograd bevegelse har vi når en planet stopper opp, beveger seg motsatt av den normale bevegelsesretningen, for så igjen å snu og bevege seg som vanlig.



I det geosentriske verdensbildet ble dette forklart ved å plassere planeten i en liten sirkelbane, en episykel. Sentrum i episyklen beveget seg i en større sirkelbane, deferenten, om jorda. Da får man retrograd bevegelse når planeten svinger inn i den delen av episyklen som er nærmest jorda.



2. Skriv ned Keplers tre lover for planetenes bevegelser.

Svar: 1. Planetbanene er ellipser med sola i det ene brennpunktet.

2. Forbindelseslinjen mellom en planet og sola sveiper over like store areal i løpet av like lange tidsrom.

3. $P^2(\text{år}) = a^3(\text{AU})$, der P er omløpstiden og a er store halvakse (røft lik midlere avstand) i planetens ellipsebane.

3. Skriv ned Wiens forskyvningslov og forklar hvordan vi kan bruke den til å anslå temperaturen til en stjerne.

Svar: Wiens lov sier at $\lambda_{\text{maks}} T = \text{konstant}$, der λ_{maks} er bølgelengden er et sort legeme stråler sterkest, og T er temperaturen. Vi kan bruke den til å bestemme temperaturen til en stjerne (dersom den stråler tilnærmet som et sort legeme) ved å måle spekteret, finne λ_{maks} , sette inn i Wiens lov og løse den med hensyn på temperaturen.

4. Hvor ville du foretrekke å bygge et nytt, stort teleskop for å få best mulige observasjoner: I Bergen eller i Atacamaørkenen i Chile? Begrunn svaret.

Svar: Vi ønsker å ha mange dager med klarvær, tørr og rolig luft, og å være så høyt over havet som mulig for at lyset skal ha kortest mulig vei gjennom atmosfæren til teleskopet. Dette er noen av grunnene til at Atacamaørkenen er bedre egnet enn Bergen.

5. Forklar hvorfor vi har årstider på jorda.

Svar: Vi har årstider fordi jordas rotasjonsakse heller (ca. 23 grader) med normalen til baneplanet. Når jorda er i den delen av banen der den nordlige halvkulen tipper innover mot sola, står solen høyere på himmelen. Dagene er lengre, og energien i solstrålene er mer konsentrert. Den nordlige halvkulen blir da varmet opp mer, og vi har sommer der. Når den nordlige halvkulen tipper vekk fra sola, er det vinter der.

6. Forklar hvorfor vi har flo og fjære (tidevann), og hvorfor de inntreffer to ganger i døgnet.

Svar: Tidevann oppstår fordi månens (og solas) tyngdekraft varierer med avstanden. Månen trekker derfor mer på den siden av jorda som er nærmest enn den trekker på sentrum av jorda, og enda mer enn på den siden som vender vekk. Dette fører til at vi får en tidevannstopp på hver side av jorda. Fordi jorda roterer, vil et gitt punkt på jordas overflate være vendt mot månen en gang i løpet av ett døgn, og det vil også være vendt vekk fra månen en gang i løpet av et døgn. Derfor får vi to tidevannstopper i løpet av døgnet.

7. Gi noen grunner til at vi ikke kan forvente å finne liv på Mars' overflate i dag.

Svar: Mars har i dag bare en tynn, CO₂-rik atmosfære, og ikke noe magnetfelt. Overflaten er derfor dårlig beskyttet mot, for eksempel, UV-stråling fra sola. Slik høyenergetisk stråling er skadelig for liv, og gjør det usannsynlig at det finnes liv på overflaten i dag. I tillegg kan ikke vann eksistere i flytende form på Mars' overflate i dag. Vann i flytende form regnes som nødvendig for alt (jordlignende) liv, så dette er en annen grunn til at liv på Mars' overflate neppe eksisterer.

8. I solsystemet finner vi stein- og metallplaneter nærmest sola, og store gassplaneter lenger unna. Hvordan forklares dette?

Svar: Det forklares ved at lett fordampelige hydrogen- og heliumforbindelser ikke kunne kondensere nær den varme protosola. De ble ført utover i solsystemet med solvinden og bidro til dannelsen av gassplanetene. Tyngre forbindelser ble igjen i det indre solsystemet og dannet metall- og steinplanetene.

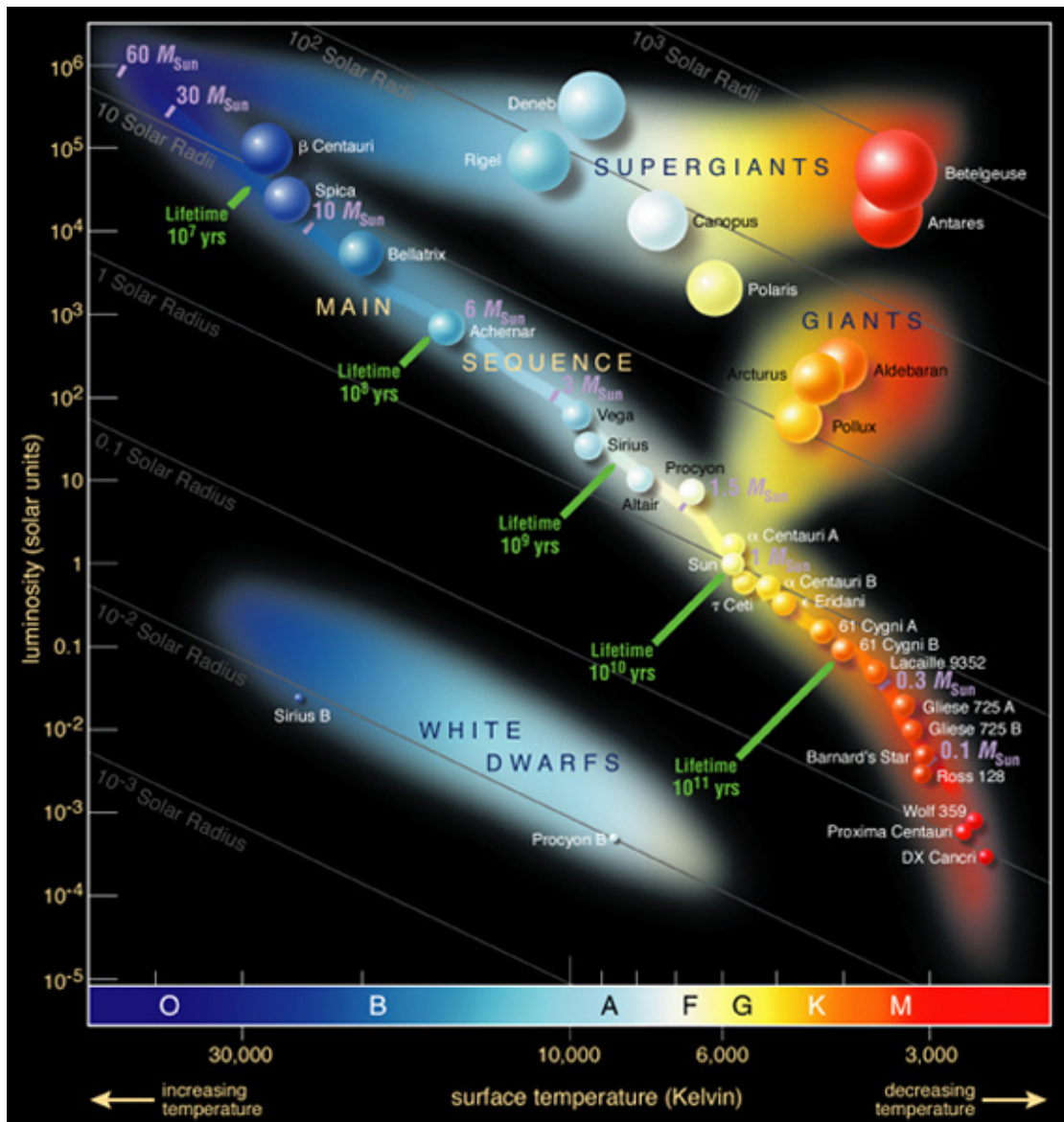
9. Hvordan oppstår solflekker?

Svar: Solflekker ser mørke ut fordi de har lavere temperatur enn omgivelsene. De skyldes solens magnetfelt som i områder er sterkt nok til å hindre varm gass i å strømme opp til fotosfæren.

10. Hvordan oppstår nordlys?

Svar: Nordlys kommer fra vekselvirkningen mellom solvinden, en strøm av elektrisk ladde partikler fra koronaen, og jordas magnetfelt. Partiklene i solvinden kan ikke bevege seg på tvers av jordas magnetfelt, men følger feltlinjene. I områder nær jordas magnetiske poler kan noen av partiklene strømme ned i atmosfæren. Når de vekselvirker med molekyler der, skapes elektromagnetisk stråling og vi får nord- og sørlys.

11. Tegn et Hertzsprung-Russell-diagram. Få med enheter på aksene og merk av hvor vi finner sola, hovedserien, røde kjemper, superkjemper og hvite dverger.



12. Hvorfor er det antageligvis en dårlig idé å lete etter bebodde planeter i bane rundt en stjerne som veier 3 ganger så mye som sola?

Svar: En stjerne på hovedserien stråler med en luminositet som er proporsjonal med massen opphøyd i 3.5. "Drivstofflageret" er bare proporsjonalt med massen. Levetiden på hovedserien går derfor som massen opphøyd i -2.5. En stjerne som er 3 ganger så massiv som solen, vil tilbringe mindre enn en tiendedel så lang tid på hovedserien som solen, det vil si mindre enn 1 milliard år. For at liv skal kunne oppstå og utvikle seg, regner vi med at en planet må ha stabile forhold over milliarder av år. Derfor er det lite trolig at en planet rundt en stjerne som veier 3 solmasser vil være beboelig.

13. Hva er en nøytronstjerne? Hva er typisk masse og radius for en slik? Forklar hvorfor noen nøytronstjerner ser ut til å blinke. Hva kalles de da?

Svar: En nøytronstjerne er en av de mulige restene etter en kjernekolllapssupernova. Det er en kompakt ball av (i hovedsak) nøytroner. Typisk masse er rundt 1 solmasse, og typisk radius er 10-15 kilometer. Nøytronstjerner har sterke magnetfelt. Elektrisk ladde partikler som beveger seg i magnetfeltet vil sende ut synkrotronstråling som blir konsentrert i to stråler langs magnetfeltaksen. Dersom synslinja vår ligger langs magnetfeltaksen til en slik nøytronstjerne, vil vi se et glimt hver gang strålen sveiper over synslinja vår, som en fyrlykt. Slike nøytronstjerner kalles pulsarer.

14. Hvorfor mener de fleste astronomer at det finnes mørk materie?

Svar: Det finnes flere grunner til dette. Rotasjonskurvene til spiralgalakser viser at stjernenes banehastigheter er konstante når vi går utover mot kanten av skiva. Dersom den synlige massen var alt som fantes, skulle de ha avtatt. Dette tyder på at det må finnes mer masse enn den vi kan se. I galaksehoper ser vi at galaksene beveger seg med hastigheter som er høyere enn unnsliplingshastigheten fra hopen, dersom den sistnevnte regnes ut basert på den synlige massen. At hopen er samlet, må da bety at det finnes mer masse enn den vi kan se. Gravitasjonslinseeffekten viser også at hoper veier mer enn den synlige massen i dem, og vi trenger også den mørke materien for å forklare hvordan vi fikk dannet strukturer i universet.

15. Hvordan lyder *det kosmologiske prinsipp*, og hvorfor er det viktig når astronomer forsøker å lage modeller for universets historie?

Svar: Det kosmologiske prinsipp sier at egenskapene til universet, sett i en tilstrekkelig stor skala, er de samme for alle observatører. Dette prinsippet gjør det mulig å trekke konklusjoner som er gyldige for hele universet basert på observasjoner av den delen av universet som vi kan se. I tillegg gjør prinsippet det enklere å konstruere matematiske modeller for universet.

16. Hvorfor kan ikke mørk materie og mørk energi være én og samme ting?

Svar: Mørk materie må ha tiltrekkende tyngdekraft for at den skal kunne forklare observasjonene. Mørk energi skal forklare universets akselererende ekspansjon, og den må derfor ha frastøtende tyngdekraft. Derfor kan den ikke være det samme som mørk materie.