

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: AST1010 - Astronomi - en kosmisk reise

Eksamensdag: Mandag 12. november 2018

Tid for eksamen: 0900-1200

Oppgavesettet er på 2 sider

Vedlegg: Ingen

Tillatte hjelpemidler: Ingen

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

Det anbefales å gi korte svar på hvert spørsmål, og 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. I alle regneoppgaver skal utregningen vises, ikke bare svaret.

1. Hva er den relative stillingen av sol, jord og måne ved nymåne? og ved fullmåne? Når kan en forvente en måneformørkelse? Vil denne være synlig fra hele jorden? Hva med en solformørkelse? Tegn gjerne skisse.

Nymåne: månen mellom jord og solen

Fullmåne: jorden mellom månen og solen

Måneformørkelse: ved fullmåne når månens baneplan (5 graders helning) krysser ekliptikken, ses fra hele jorden.

Solformørkelse: ved nymåne når månens baneplan krysser ekliptikken, og månen er nær nok jorden til å klynne skygge for hele solen (ellers ringformet formørkelse). Skyggen er liten og er kun synlig på et lite område.

2. Hva er Wiens forskyvningslov? Forklar hvordan den kan brukes til anslå temperaturen til en stjerne.

$\lambda_{\max} T = K$ Dette gjelder for sortlegemestråling, der λ_{\max} er bølgelengden til maksimum intensiteten i stjernespekteret, T er overflatetemperaturen

og K er en konstant. Anta at stjernen lyser som et sortlegmene (dette er en god tilnærming), da vil måling av λ_{\max} gi overflatetemperaturen.

3. Hva er parallakse? Hvordan kan man bruke det til å måle avstand til en stjerne? Dersom en stjerne med parallakse = 1 buesekund er 1 pc unna, hvor langt unna er en stjerne med parallakse = 0.5 buesekund?

Parallakse er vinkelen en stjerne forflytter seg i forhold til fjerntliggende stjerner sett fra jorden i løpet av året (måling med 6 måneders mellomrom). Avstanden d i parsec (3.27 lysår, $360 \times 60 \times 60 / 2\pi$ AU) er gitt ved $d=1/p$, der p er vinkelen i målt i buesekunder. $p = 0.5$ gir $d = 2$ pc.

4. Forklar hvorfor vi har årstider på Mars. Det oppgis at Mars rotasjonsakse har en helning på ca. 25 grader, at Mars-banens eksentrisitet er ca 0.1 og at Mars-året er 1.88 år langt.

Mars har i likhet med jorden årstider på grunn av helningen på rotasjonsaksen. Siden spinn er bevart vil denne alltid peke i samme retning (i løpet av marsåret). Sommer inntreffer i nord når nordpolens spinnakse peker mot solen, og vinter når den peker bort. Motsatt på sørlige halvkule. To effekter er virksomme: lengden på dagen/solens høyde og arealfaktoren dvs hvilket areal sollyset er spredt ut over.

5. Hva er jordens karbondioksydsyklus? Hvordan skiller den seg fra forholdene på Venus og Mars?

CO₂ fjernes fra atmosfæren ved opptak i havet, der bindes den til forskjellige karbonatmineraler (enten ved biologiske eller kjemiske prosesser) som legger seg på havbunnen. Havbunnen trekkes ned i mantelen ved hjelp av platetektonikk. CO₂ sendes ut i atmosfæren igjen ved vulkanutbrudd. (Det finnes også en biologisk karbonsyklus, med mye kortere tidshorisont.) Venus har ikke hav og CO₂ befinner seg derfor kun i atmosfæren. Mars har ikke hav og har ikke (lenger?) platetektonikk, det kommer ingen ny CO₂ til marsatmosfæren fra planetens indre. Jordens magnetfelt beskytter atmosfæren mot erosjon via solvinden, dette gjelder ikke Mars.

6. Kan en forvente å finne liv på Mars i dag? Hvorfor eller hvorfor ikke? Hvilke andre steder i solsystemet er mulige steder for liv?

Nei, ikke på overflaten: det er ingen tilgang på flytende vann og UV-stråling fra solen kommer uhindret gjennom atmosfæren og vil lett bryte opp komplekse molekyler som liv er avhengig av. Det var flytende vann

tidligere i marshistorien, og muligens bedre betingelser for liv. Både Europa og Enceladus har antageligvis flytende vann under overflaten og tilgang til energi (ved tidevannskrefter fra hhv Jupiter og Saturn eller radioaktivitet)

7. Hvilke observasjoner/fakta burde en godkjent teori for dannelsen av solsystemet forklare? Forklar dagens teori i grove trekk.

Forlære banebevegelser, avstander, planeters og solens spinn. Alder og dannelsesfart. Forskjeller i elementsammensetning mellom terrestriske, gass- og is-planeter. Asteroidebeltet og Kuiperbeltet. Oortskyen og kometer. Månebevegelser rundt sine planeter. Alle planeter ligger (mer eller mindre) i ekliptikken.

Sky av interstellar gass (dimensjon lysår) faller sammen ved hjelp av gravitasjon etter sammentrykning grunnet supernova eller AGB-stjerne. Skyen har noe spinn, som bevares, blir til roterende skive. Varmt i sentrum grunnet dannelse av protostjerne, metaller kan formes der men ikke is, som kan dannes lengre ut. Dette forklarer at planeter nær sola er hovedsakelig Si og Fe holdige, mens de lenger ut også har mye is (H₂O, metan, amoniakk osv.) Støv danner større partikler og etter hvert planetisimaler mens de faller inn mot midtplanet av skiven. Planeter dannet av planetisimaler ved sammenstøt i løpet av mindre enn (noen) hundre millioner år.

8. Nevn og forklar to metoder for å finne eksoplaneter. Hvilke observasjonelle fakta har observasjoner av eksoplaneter stilt dannelses teorien for solsystemet ovenfor?

Dopplermetoden/astrometrimetoden: Ser på bevegelse av stjerne grunnet planetens virking på bane ved å måle hastighet/posisjon til stjernen.

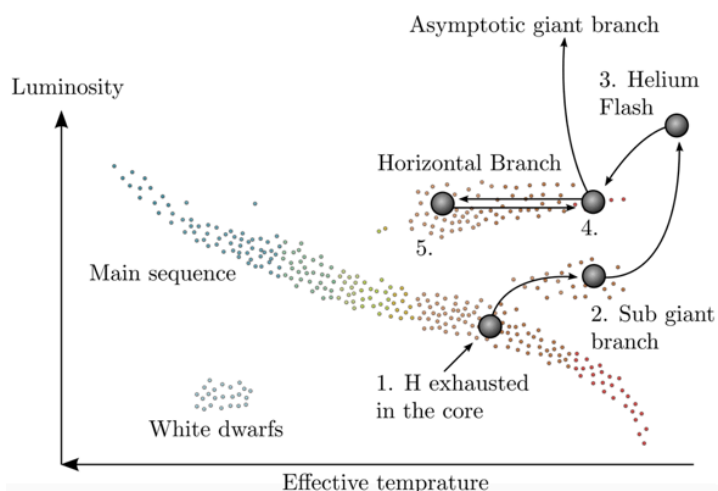
Transittmetoden: Ser på formørkning av stjerne pga planetpassasje.

Mikrolinsing: Stjerne kan virke som teleskop på lys for bakenforliggende stjerne og føre til lysøkning. En planet i bane rundt teleskopstjernen vil endre formen på lyskurven.

Direkte observasjon: Ved å blokkere ut lys fra stjernen kan det i noen tilfelle være mulig å se planeten direkte.

Oppdagende planetsystem viser mange tilfeller av gassplaneter i baner veldig nær stjernen ("varme Jupiter") i motsetning til dannelses teorien beskrevet over. Målte eksentrisiteter er mye større enn det som typisk ses i solsystemet.

9. Skisser HR diagrammet. Få med enheter og fornuftige verdier på aksene. Hvor finner vi Sola, hovedserien, kjemper, superkjemper, horisontalgrenen og hvite dverger?

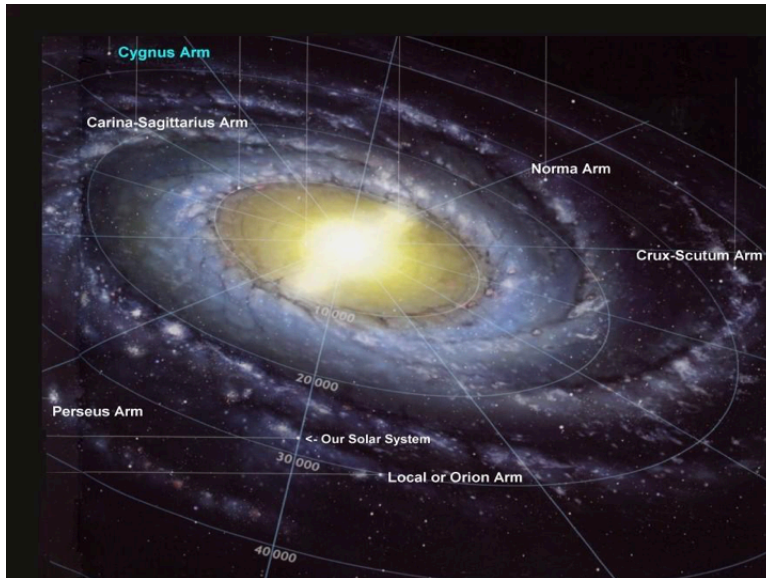


Temperaturakse: logaritmisk fra 40,000 K til 3000 K (ca.) eventuelt OBAFGKM med forklaring. Luminositetsakse: 10^{-4} til 10^6 solens luminositet. (Kjempegrenen er rundt "Helium Flash" punktet, Superkjemper rundt AGB-branch)

10. Hvilke forskjellige rester kan en forvente at et fullstendig stjerneliv etterlater seg? Hvilken stjernegenskap(er) skiller disse?

1) Ingenting (gass sky), 2) Hvit dverg, 3) Nøytronstjerne, 4) Sort hull. Massen på opprinnelig stjernen (eventuelt masseoverføring fra nærliggende nabostjerne) skiller disse. 2) -> opp til 8 solmasser, 3) mellom 8 og 25 solmasser 4) mer enn 25 solmasser. (Massene er ikke persist angitt)

11. Tegn en skisse av Melkeveiens struktur. Anslå størrelser.



Består av skive, med spiraler 100,000 lysår diameter, 2,000 lysår tykkelse. Burde nevne halo, kjernebulen, sort hull i sentrum.

12. Hva er mørk energi? Hvorfor tror vi den finnes?

Målinger av standardlyskilder (SN Ia) tyder på at universet ekspanderer med akselererende fart. Må ha energikilde som gir “anti”-gravitasjon. Dette har fått navnet mørk energy. For tiden største komponenten i universets energibudsjett.

13. Hva er drivkraften bak aktive galaksekjerner? Hvorfor tror en at disse var flertallige tidligere i universets historie?

Supermassive sorte hull (1 milliard solmasser) i sentrum av galakser. Lyser på grunn av masseinnfall (ca. en solmasse i året) og dannelse av akresjonsskive. Det var mer masse tilgjengelig tidligere i universets historie, mesteparten av dette er nå falt inn i de store sorte hullene.

14. Hva er Chandrasekhar massen? Hva er sammenhengen med supernovaer av type I?

Største masse en hvit dverg kan ha før trykket fra en degenerert elektrongass ikke lenger kan motstå gravitasjonskreftene (ca. 1.4 solmasser). Dersom massen overskrides vil stjernen kollapse, noe som fører til meget hurtig fusjon av karbon og oksygen. Hele stjernen “brenner” i løpet av noen tiendels sekunder.

15. Hva er Hubbles lov? Hvilken sammenheng har den med universets alder?

$v = H_0 d$ Der v er hastigheten galakser er på vei vekk (fra oss), H_0 er Hubbleparameteren, og d er avstanden. Antar vi konstant hastighet (some viser seg å være et godt overslag) så er universets alder (tiden siden alt var samlet i ett punkt) $t = 1/H_0$.

16. Hva er inflasjonsepoken? Hvilke kosmologiske problemer løser den?

Tidlig i universets historie (meget tidlig 10^{-35} s) antas det at universet ekspanderte meget hurtig. Dette løser både horisontproblemet: hvorfor temperaturen av to diametralt motsatte punkt på himmelen nærmest er identisk, uten inflasjon har de aldri vært i kausal kontakt; og flathetsproblemet: universet ser meget flatt ut i dag, det vil si at uten inflasjon vil det ha vært meget meget flatt også ved universets begynnelse, det er det ingen a-priori grunn til å anta. Med inflasjon vil en eventuell krumning strekkes ut og dermed bli usynlig i det observerbare univers.