

# FASIT

Side 1

## UNIVERSITETET I OSLO

### Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

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

**Eksamensdag: Onsdag 18. mai 2016**

**Tid for eksamen: 14:30 – 17:30**

**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. Hvor mange buesekunder er det i ett bueminutt, og hvor mange bueminutter er det i én grad?

**Det er 60 buesekunder i ett bueminutt og 60 bueminutter i én grad.**

2. 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.

**Det er nymåne når ikke noe av den siden av månen som vender mot jorda er opplyst av sola, mens det er fullmåne når hele den siden som vender mot jorda er opplyst. Ved nymåne står måne mellom jorda og sola, mens ved nymåne står jorda mellom sola og månen.**

3. Ved hvilken månefase kan vi få total solformørkelse? Forklar hvorfor vi ikke får solformørkelse hver gang denne månefasen inntreffer.

**Vi kan bare få total solformørkelse ved nymåne. Månebanen heller omtrent 5 grader med jordas bane omkring sola, derfor blir det bare solformørkelse når det er nymåne samtidig som månen passerer jordas baneplan (månebanens knuter) slik at sola, månen og jorda står helt på linje. Og selv når sola, månen og jorda står helt på linje kan vi få ringformet solformørkelse i stedet for total. Det er fordi månens avstand varierer, og hvis månene er langt fra jorda er dens størrelse på himmelen mindre enn solas.**

4. Skriv ned Keplers tre lover for planetenes bevegelser.

- 1) Planetene går i ellipsebaner rundt sola med sola i ellipsens ene brennpunkt.
- 2) Forbindelseslinjen mellom en planet og sola sveiper over like store areal i løpet av like lange tidsrom.
- 3) Kvadratet av en planets omløpstid er proporsjonalt med banens store halvakse i 3. potens. Hvis  $a$  er store halvakse målt i astronomiske enheter og  $P$  er omløpstiden i år, er  $a^3 = P^2$ .

5. Skriv ned Newtons tre bevegelseslover. Basert på disse (og Newtons tyngdelov) kunne Keplers lover forklares, med en korleksjon. Hva var den?

- 1) Et legeme som ikke er påvirket av noen krefter, vil enten forbli i ro eller fortsette å bevege seg i rett linje med konstant fart.
- 2) Virker en kraft  $F$  på et legeme med masse  $m$ , vil legemet få en akselerasjon  $a$  gitt ved  $a = F/m$ .
- 3) Hvis et legeme  $A$  virker på et legeme  $B$  med en kraft  $F$ , vil legemet  $B$  virke på  $A$  med en like stor, men motsatt rettet, kraft.

Fra Newtons tre bevegelseslover og gravitasjonsloven kunne Newton utlede Keplers lover med noen meget små modifikasjoner: Sola er ikke eksakt i det ene brennpunktet, det er det felles tyngdepunktet mellom sola og planeten som er i brennpunktet (men for de fleste planetene er det inne i sola). Newton viste at proporsjonalitetskonstanten i Keplers 3. lov inneholder summen av massen til sola og massen til planeten, slik at den ikke blir helt lik for de forskjellige planetene (men planetens masser er så mye mindre enn solas masse at summene er nesten like):  $a^3 = (G/4\pi^2)(M_{\text{sola}} + M_{\text{planet}})P^2$ , eller hvis vi bruker år og AU som enheter:  $a^3 = (1 + M_{\text{planet}}/M_{\text{sola}})P^2$ .

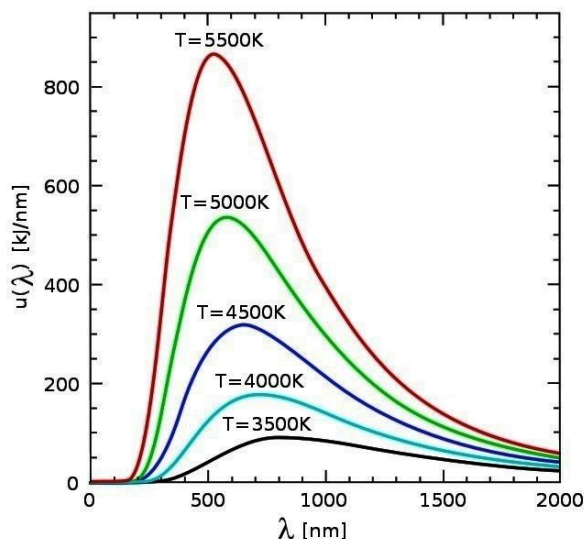
6. Hvilke fordeler er det ved å gjøre astronomiske observasjoner fra satellitter i bane rundt jorda sammenlignet med observasjoner fra bakken?

**Bortsett fra radiobølger, synlig lys og en del infrarød stråling, blir elektromagnetisk stråling fra himmellegemer stoppet av jordatmosfæren. Vi må derfor over jordatmosfæren i satellitt for å observere gammastråling, røntgenstråling, ultrafiolett stråling og en del infrarød- og mikrobølgestråling. Og også den strålingen som slipper gjennom jordatmosfæren blir påvirket av den, bl.a. ved å bli «utsmurt».**

7. Hva menes med et sort legeme? Skisser strålingen fra et sort legeme (sort stråling) som funksjon av bølgelengde for to forskjellige temperaturer (angi hvilken som er ved høyest temperatur og hvilken fra lavest).

**Et sort legeme er et legeme som absorberer all stråling som treffer det, og som selv sender ut stråling som kun avhenger av temperaturen til legemet.**

**Arealet under kurven er mindre jo mindre temperaturen er (hele kurven for en lavere temperatur er under kurven for en høyere temperatur) og toppen i kurven er ved kortere bølgelengde jo høyere temperaturen er.**



8. Beskriv kort atmosfæren til Venus (tetthet, kjemisk innhold, temperatur). Hva er hovedårsaken til at temperaturen på overflaten er som den er?

**Atmosfæren til Venus er enormt tett og de nedre delene av den er svært varm. Den består for det aller meste (96%) av CO<sub>2</sub>. Trykket ved overflaten er nesten 100 ganger trykket ved jordoverflaten og temperaturen ved overflaten er omtrent 460°C. I et skylag i ca. 60 km høyde er det små dråper svovelsyre.**

**Det er ekstrem drivhuseffekt som skyldes den meget tette karbondioksyd-atmosfæren som gjør at Venusoverflaten blir så varm. CO<sub>2</sub>-molekylene hindrer infrarød stråling å unnslippe.**

9. Hva er tilsynelatende (apparent) og absolutt størrelsesklasse (magnitude) til en stjerne? Hva er forholdet mellom disse og stjernens avstand?

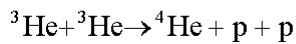
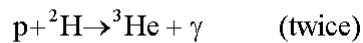
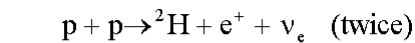
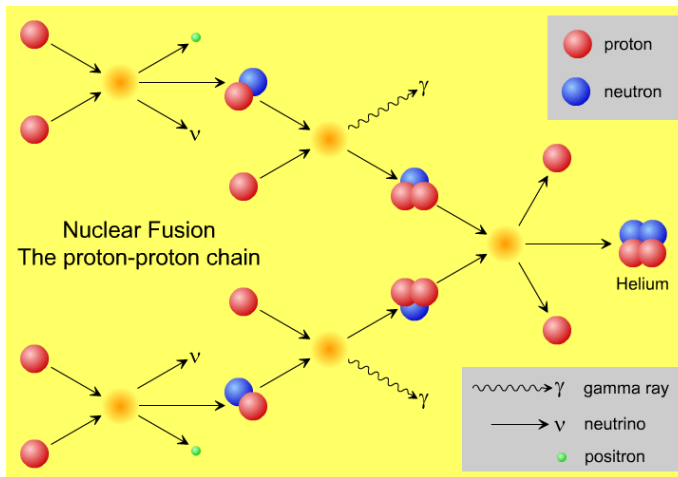
**Tilsynelatende størrelsesklasse er et mål for hvor lyssterk en stjerne ser ut fra jorda (hvor mye lys vi mottar fra stjernen). Jo større lysstyrke, jo mindre størrelsesklasse. Størrelsesklassen  $m$  for en stjerne er gitt ved energifluksen  $F$  vi mottar på jorda ved  $m = -2,5 \log_{10} F + \text{konstant}$ .**

**Den absolutte størrelsesklassen  $M$  er et mål for hvor mye lys stjernen sender ut. Den er den tilsynelatende størrelsesklassen stjernen ville ha hatt hvis den hadde hatt en avstand på 10 pc fra jorda.**

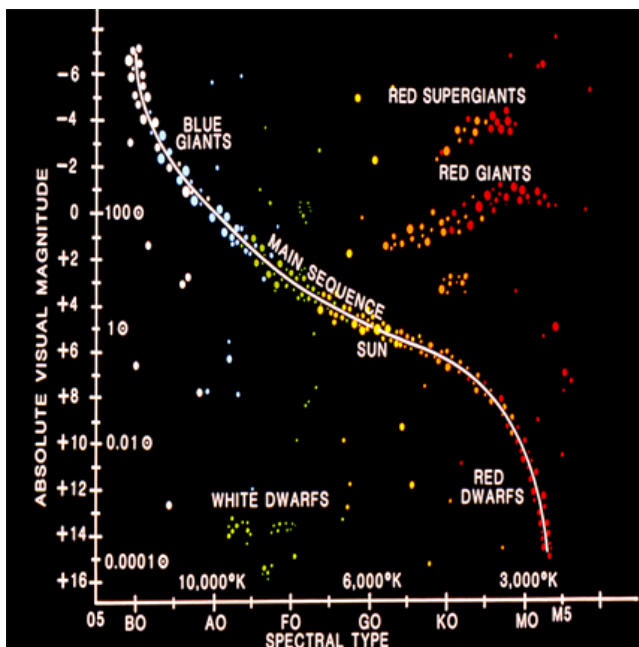
**Hvis  $m$  er tilsynelatende størrelsesklasse,  $M$  absolutt størrelsesklasse og  $d$  avstanden til stjernen, har vi avstandsmodulen  $m - M = 5 \log_{10} (d/10 \text{ pc})$ . Siden  $\log_{10} 10 = 1$ , har vi, hvis vi måler avstand i parsec,  $m - M = 5 \log_{10} d - 5$ .**

10. Beskriv den viktigste prosessen som produserer energi i solas kjerne.

**I solas kjerne produseres energi ved fusjon, ved at hydrogenkjerener (protoner) blir smeltet sammen og danner heliumkjerener. Den viktigste fusjonsprosessen i sola kalles proton-proton-kjeden eller pp-kjeden. Den er gitt skjematisk i figurene her:**



11. Tegn et Hertzsprung-Russel diagram med riktige størrelser og enheter langs aksene. Tegn inn hvor vi finner hovedserien, sola, røde kjemper og hvite dverger.



12. Hva er de viktigste metodene vi har til å finne eksoplaneter?

**Doppler-metoden, formørkelsesmetoden (passasje), gravitasjonell mikrolinsing, astrometri (egenbevegelse), direkte avbildning.**

13. Hvorfor mener vi det må finnes mørk materie i vår egen galakse, Melkeveien?

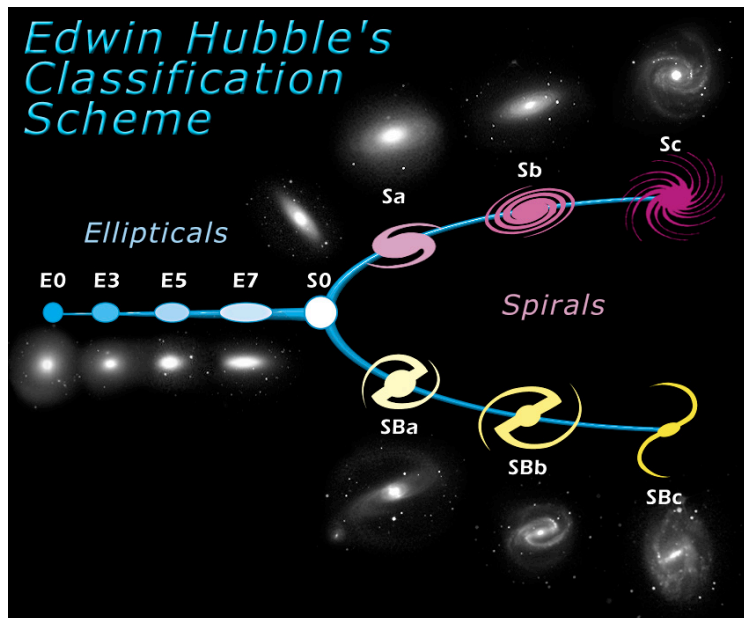
**Det viser seg at banehastigheten til stjerner og gass i stor avstand fra sentrum ikke faller av med avstand fra sentrum, selv om det ser ut til at det aller meste av stjerner og gass er forholdsvis nær sentrum. Vi ville forvente at hastigheten falt av med avstanden hvis vi er utenfor det meste av massen. Derfor mener vi**

at det må finnes mye masse lengre ute, som er mye jevnere fordelt enn den synlige materien. Den må strekke seg langt utover og inneholde det meste av den totale massen i Melkeveien.

14. Hva tror vi er i sentrum av Melkeveien?

**Vi vet det er et stort sort hull i sentrum av Melkeveien med masse ca. 4 millioner solmasser.**

15. Tegn Hubbles stemmegaffeldiagram for galakser. Hva slags galakse er Melkeveien?



**Elliptiske galakser til venstre, vanlige spiralgalakser og stavspiralgalakser til høyre. Melkeveien er en stavspiral, sannsynligvis SBb.**

16. Skriv ned Hubbles lov og forklar hva den betyr. Hva er sammenhengen mellom Hubblekonstanten og universets alder?

**Hubbles lov gir universets ekspansjon. Alle avstander mellom galakser øker proporsjonalt med avstanden mellom dem, på samme måte som avstanden mellom rosine i en bolledeig som hever. Rødforskyvningen  $z$  til en galakse med avstand  $d$  er gitt ved at  $z = H_0 d/c$ , der  $c$  er lyshastigheten og  $H_0$  er Hubblekonstanten. Ved å anvende ligningen for Dopplereffekten (som det egentlig ikke er helt korrekt å anvende),  $v = cz$ , kan det skrives som  $v = H_0 d$ , som er den mest kjente formen for Hubbles lov.**

**Hvis hastigheten er konstant for alle galakser (dvs. hvis universets utvideshastighet har vært konstant), må alle avstander ha vært 0 for en tid siden som er  $t_H = 1/H_0$  (Hubbletiden), dvs. da må big bang ha vært. Selv om vi antar at universets utvidelse ikke har vært konstant, må universets alder være av størrelsesorden  $t_H = 1/H_0$ .**