

Oppgaver med fasit for AST1010 våren 2004

1. Hva er et lysår? Hva måler vi med enheten lysår?

Et lysår er den avstand som lyset tilbakelegger i løpet av ett år. Lysår brukes når man skal angi avstanden til stjerner og galakser.

2. Hva er henholdsvis en total solformørkelse, en partiell solformørkelse og en ringformet (annular) solformørkelse?

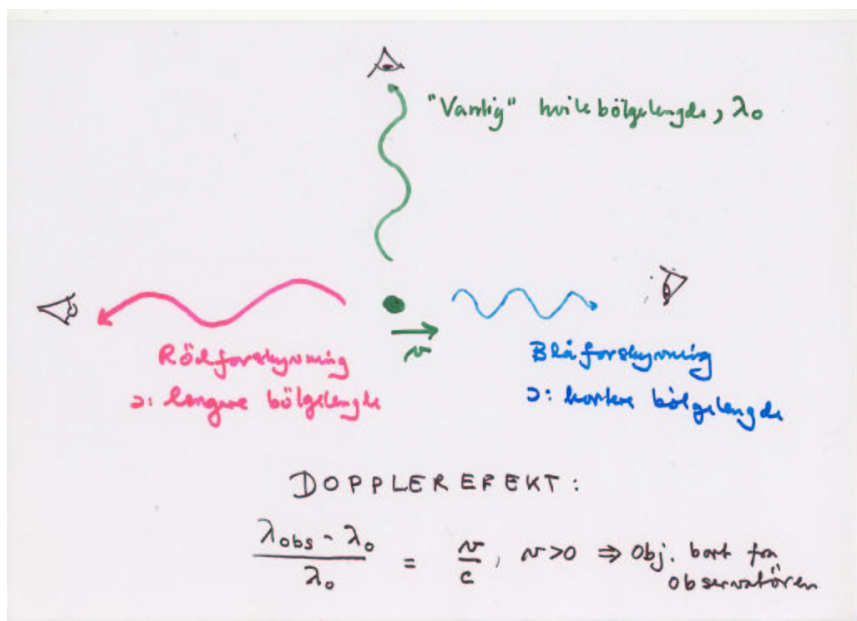
Under en total solformørkelse står månen rett foran sola og skygger for *hele* solskiva. Ved en partiell solformørkelse står månen litt til siden for solskiva og skygger for bare *en del* av solskiva. En ringformet solformørkelse er som en total solformørkelse, men månens skygge er for kort til å nå helt fram til jorda og månen dekker derfor ikke hele solskiven. Det blir igjen en lysende ring rundt månen.

3. Hva er elektromagnetiske stråling? Hva forstår vi med det elektromagnetiske spektrum?

Elektromagnetiske stråling eller bølger er svingninger i elektriske og magnetiske felter som forplanter seg med hastighet, c , lik 300,000 km/s, i vakuum. Det elektromagnetiske spektrum betegner samlingen av alle slike bølger med bølglengder fra de lengste radiobølger til de korteste bølger i gammastrålingen. Synlig lys er bare et lite utsnitt av det elektromagnetiske spektrum.

4. Hva er Doppler-forskyvning? Hvordan brukes den til å måle hastigheter? Tegn gjerne en figur.

Doppler-effekt er endringer i bølglengden for lys (og også for lyd) som vi får når strålingskilden beveger seg mot os eller fra oss. Når kilden beveger seg mot oss blir bølglengdene litt kortere, vi får en blåforskyvning. Beveger den seg bort fra oss



Figur 1: Doppler forskyvning av bølger og måling av hastigheter

blir bølgelengdene lenger, rødforskyvning. Fra nøyaktige målinger av bølgelengder til spektrallinjer kan vi slå fast om kilden beveger seg i synslinjens retning, og hvor stor fart den har langs denne retningen, $v = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cdot c$, hvor c er lyshastigheten. [Figuren angir relasjonen mellom Doppler forskyvning og hastighet i synslinjens retning. Det er et pluss for besvarelsen om det er med.]

5. Hva er platetektonikk? Hvilken effekt har platetektonikk på jordskorpas midlere alder?

Jordskorpa er brukket opp i plater. Ny masse strømmer opp mellom plater som beveger seg bort fra hverandre, slik som midt i Atlanterhavet i den midtatlantiske rygg. Hvor to plater støter sammen vil den ene ofte gli under den andre. I overgangen får man mye vulkansk virksomhet. Platetektonikk representerer en kontinuerlig fornyelse og utskifting av jordskorpa. Dette gjør at den midlere alder av jordas skorpe bare er 200 millioner år.

6. Venus har en tett atmosfære som består av 96% karbondioksyd (CO_2), en drivhusgass. Beskriv kort hvordan drivhuseffekten varmer opp Venus.

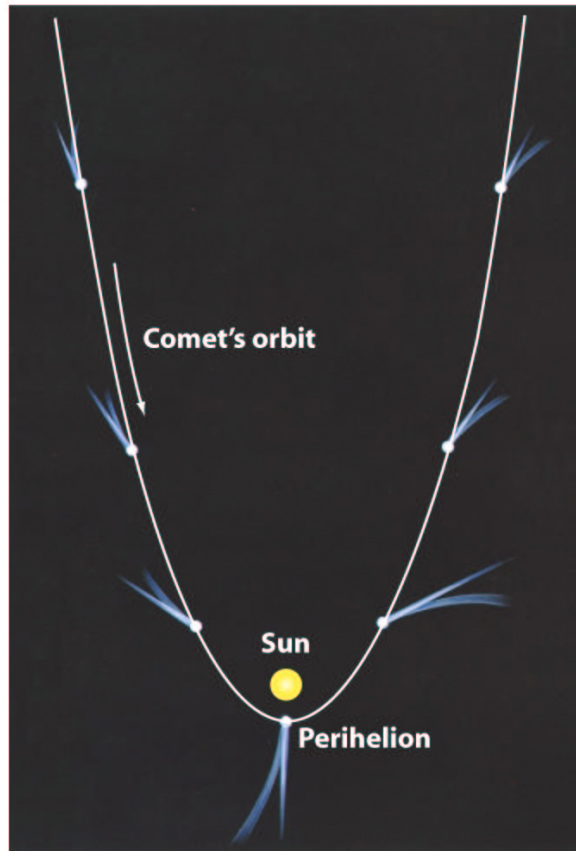
Karbondioksyd er gjennomsiktig for synlig lys men absorberer infrarød stråling. Lys fra sola som trenger ned til bakken gjennom Venus høye skyer vil varme opp bakken som da sender ut stråling med en topp i infrarødt. Det infrarøde lyset blir imidlertid absorbert av karbondioksydet. Gassen varmes opp og re-emitterer stråling som igjen for det meste blir absorbert, men litt av den lekker også ut. Dette fortsetter inntil man på en viss temperatur får en likevekt mellom den energien som kommer inn fra sola og den som lekker tilbake til verdensrommet fra en varm Venus.

7. Beskriv kort den indre strukturen i Jupiter.

De ytterste lagene er hovedsakelig hydrogen og helium gass. Ved et trykk på 3 millioner bar går hydrogenet over i en flytende metallisk fase (liquid metallic hydrogen), som leder strøm og varme godt. Innerst har planeten en kjerne av stein og is som det store trykket presser sammen til flytende form aller innerst.

8. Kometer har to eller flere haler: en ionehale av ladede partikler og haler av elektrisk nøytral gass eller nøytrale støvpartikler. Halene peker alltid *bort* fra sola selv når kometen er på vei utover i solsystemet, se figur. Hvordan forklarer vi dette?

Ioner, ladede partikler, som sendes ut av kometen vil bli påvirket elektrostatiske av de ladede partiklene i solvinden, som blåser rett ut fra sola med hastigheter på flere hundrede kilometer per sekund. Påvirkningen gjøres av en sterk kraft og ionehalen blir derfor pekende rett ut fra sola. Nøytrale gass- og støvpartikler blir påvirket av sollyset, så kalt lystrykk. Det kan vi se på som kollisjoner mellom partiklene og fotonene i sollyset. Denne kraften er mindre sterk og gass- og støvhale blir noe krummet.



Figur 2: Komethaler peker bort fra sola

9. Energien i sola skapes ved fusjon av hydrogen til helium inne i solas kjerneområde, innenfor 0.2 solradier fra sentrum. Hvordan transporteres denne energien fra senteret til solas overflate?

Energitransporten skjer ved to prosesser: stråling og konveksjon. Innerst i sola fra sentrum og ut til 0.7 (boka sier 0.8) solradier fra senteret er det transport ved stråling fra de indre, varme lag til de noe kjøligere lagene utenfor. De opprinnelige gammafotonene, sendt ut under fusjonsprosessen, brytes ned til mange fotoner av lavere energi etter hvert som strålingen går gjennom kjøligere lag. De ytterste 200,000 km skjer transporten ved at gassen strømmer og på den måten fører med seg varmen ved konveksjon (eller strømming).

10. Relasjonen mellom tilsynelatende (apparent) magnitude, m , absolutt magnitude, M , og avstand til en stjerne, d , er

$$m - M = 5 \log_{10} d - 5.$$

Størrelsen $m - M$ kalles gjerne avstandsmodulen (distance magnitude relation). Hvordan kan man bruke relasjonen til å anslå avstanden til en stjerne?

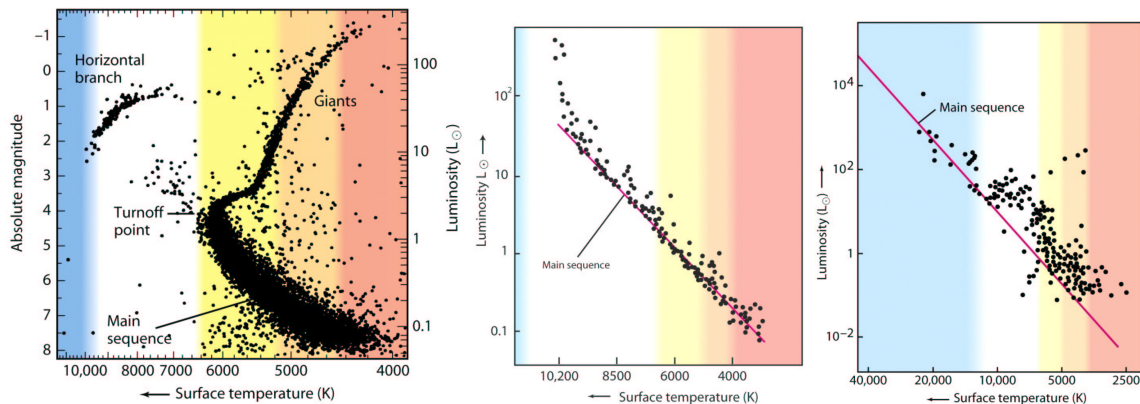
Man måler den tilsynelatende magnituden, m , og bestemmer dens spektralklasse og plass i Hertzsprung-Russell diagrammet. det gir den absolutte magnituden M . Da kan d bestemmes fra differansen $M - m$ ved bruk av avstandsmodulen. Dette kalles spektroskopisk parallakse.

Fastsetting av absolutt magnitudo ved bruk av periode-lysstyrke relasjonar for RR Lyrae stjerner eller Cepheider, bør gi noe positiv uttelling, men kan ikke sies å være fullgode fordi det er så få stjerner av disse typene. Slik metode har mindre generalitet.

11. Hva er spektralklasser og hva er luminositetsklasser?

Spektralklassene grupperer stjernene etter temperaturen på overflaten. Klassebetegnelsene fra varm til kald er O, B, A, F, G, K, og M. Luminositetsklasser deler inn stjerner med samme temperatur, dvs. samme spektralklasse, i ulike lysstyrker, fra sterkest til svakest: sterkt lysende superkjemper (Ia), svakere lysende superkjemper (Ib), lyse kjemper (II), kjemper (III), subkjemper (IV) og hovedseriestjerner (V). Begge klassifikasjonene gjøres fra linje-spekteret til stjernene.

12. Figuren viser Hertzsprung-Russell (H-R) diagrammer for en kulehop (globular cluster), merket A, og for to åpne stjernehopar (open cluster), merket B og C. Hvordan kan vi bestemme alder til hopene fra H-R diagrammet? Hvilken av de to hopene B og C er eldst/youngst? Begrunn svaret. (Hint: kulehoper er meget gamle; åpne hoper finner vi melkeveiens skive.)



Figur 3: A B C

I en meget ung åpen hop har de minst massive stjernen ennå ikke nådd fram til hovedserien og bare O og B stjerner har forlatt hovedserien. Disse hopene er derfor bare fra noen få millioner år til noen hundre millioner år gamle. Av de to åpne hopen er hop C den yngste. Her ligger O og B stjernene på hovedserien mens sene spektralklasser ennå ikke ha ankommet til hovedserien.

Kulehoper kan være flere milliarder år gamle. Her har hele den øvre del av hovedserien forsvunnet, idet stjernene der har brukt opp sitt hydrogen i kjernen. Men man har fått utviklet kjempegrenene, som for eksempel horisontalgrenen (horizontal branch). Alder kan leses av fra stedet hvor hovedserien forsvinner.

13. Hva er en planetarisk tåke (planetary nebula)?

Planetariske tåker er gass som en stjerne som opprinnelig hadde mellom 0.5 og 3 solmasser kaster av seg i den siste utviklingsfasen før den ender som en hvit. Den gjenværende stjernen kan i begynnelsen være meget varm, over 100,000 K på overflaten.

14. Ser vi på tettheten av stjerner i og utenfor spiralarmene i en galakse er forskjellen liten, bare noen få prosent. Hvorfor ser vi likevel spiralarmene så tydelig?

Stjernedannelse foregår i spiralarmene. Dette fører til at massive meget lyssterke stjerner blir dannet som videre gjerne omgir seg med emisjonståker, H II områder. Disse massive stjernene har kort levetid, ned til noen få millioner år, og vil være forsvunnet gjennom supernovaeksplosjon av type II innen spiralarmen har passert.

15. Forklar hvordan universets utvidelse (expansion) gjør at vi får en Doppler-lignende rødforskyvning av lyset fra fjerne galakser.

At de fjerne galaksene er langt borte betyr at lyset fra dem ble sendt ut for lang tid siden. I løpet av denne tiden har universet utvidet seg og det betyr at bølgelengden av lyset som ble sendt ut også er strukket ut, det har fått lengre bølgelengde og er blitt rødforskjøvet.

[Et svar som går ut på at de vi ser er Doppler forskyvning på grunn av hastighet er ikke riktig, men kan honoreres med C.]

16. Hva betyr det at universet er isotropt?

At universet er isotropt betyr at det ser likedan ut i alle retninger dersom man betrakter det på en stor nok skala. I dag har man dessuten målinger av bakgrunnstrålingen som viser at den har samme temperatur i alle retninger innen et avvik på $\sim 10^{-5}$ K.