

Fasit for AST1010 høsten 2004.

1. Hva er en astronomisk enhet (astronomical unit, AU) og hva brukes den til?

En astronomisk enhet (astronomical unit - AU) svarer til middelavstanden mellom sola og jorda, ca 150 million kilometer. Den brukes til å angi avstander i solsystemet.

2. Hva er nymåne og hva er fullmåne? Hvordan står sola og månen i forhold til jorda ved disse to månefasene?

Ved nymåne står sola og månen nær hverandre på himmelen sett fra jorda og vi ser ikke den solbelyste delen av månen. Den snur bort fra jorda. Ved fullmåne står sola og månen i omtrent diametralt motsatte retninger på himmelen og vi ser hele den solbelyste delen av månen.

En illustrasjon dom figur 1-19 i læreboka kan demonstrere forståelsen, men er ikke nødvendig.

3. Hva forstår vi med retrograd bevegelse for en ytre planet? Hvordan forklarer den heliosentriske verdensmodellen slik retrograd bevegelse?

Retrograd bevegelse for en planet har vi når planeten stopper opp i sin tilsynelatende bane mellom stjernene, snur og for en tid beveger seg i motsatt retning for så å gjenoppta sin vanlige bevegelsesretning. Den heliosentriske teorien ser dette som en projeksjonseffekt når jorda i sin indre bane tar igjen og passerer planeten utenfor.

Bedømmelse: dette skulle godtas som et fullt brukbart svar, men figurer som 2-1 og 2-2 i læreboka styrker svaret.

4. Hvordan lyder Keplers tre lover?

1. Planetbanene er ellipser med sola i det ene senteret

2. I like tidsrom sveiper radius fra sola til en planet ut like store areal når planeten beveger seg i banen.

3. Forholdet mellom en planets middelavstand til sola, a , i tredje potens og omløpstiden, P , i andre potens er det samme for alle planetene i solsystemet, $a^3/P^2 = \text{konstant}$.

Her er det et ekstra point til de som også kjenner Newtons formulering av den tredje loven, hvor konstanten på høyre side er lik summen solmassen og planetmassen. Men riktig svar på alle tre lovene gir topp karakter også uten dette.

5. Hvordan dannes spektrallinjer? Gi bare en svært kort forklaring som nevner Bohrs atom modell. Hvorfor har hvert grunnstoff sine spesifikke spektrallinjer? Hvilken astrofysisk nytte kan vi ha av dette faktum?

Bohrs foreslo at elektronene kunne gå bestemte, tillatte baner rundt atomkjernene. Disse banene svarer til energinivåer i atomet. En spektrallinje oppstår når elektronet springer mellom to baner, to energier. Ved overganger fra høy energi til lavere energi sendes det ut et foton. Dette har en bestemt energi svarende til energiforskjellen mellom nivåene i atomet. Linjen har da tilsvarende en frekvens (gitt ved $h\nu = \Delta E$) og dermed en bestemt bølgelengde. Tilsvarende får vi absorpsjon av fotoner og absorpsjonslinjer hvis et foton med riktig energi treffer atomet og bringer et elektron fra et lavt til et høyere energi nivå. Grunnstoffene har spesifikke indre energinivåer slik at hvert grunnstoff kjenne-tegnes med sine særegne spektrallinjer. Det betyr at vi kan studere spektra fra stjerner og finne hvilke grunnstoffer de inneholder.

6. Stjerner inneholder vesentlig bare hydrogen og helium. Hvordan har det seg at det meste av det vi ser rundt oss på jorda er laget av tyngre grunnstoffer: karbon, oksygen, metaller, stein?

De tyngre grunnstoffene bygges opp inne i stjerner under supernova eksplosjoner. Under eksplosjonen sendes disse grunnstoffene ut i verdensrommet hvor de blir en del av materialet som nye stjerner og deres planetsystemer dannes fra. I solsystemet var det mulig for disse spesielle grunnstoffene å kondensere ut av proto-planetskya langt inne, nær sola, fordi de har høy fordampingstemperatur, mens hydrogen og helium først kunne kondensere ut og fanges inn lengre ute i solsystemet.

Bedømmelse: Den første del av svaret er det vesentlige. Den andre delen er vel forelest, men ikke så grundig framstilt i boka.

7. Både Jupiter og Saturn har belter og soner, mørkere og lysere strukturer i skylaget, som løper parallelt med planetenes ekvator (se bildet på neste side). Hvordan gjør gass-strømninger i Jupiters atmosfære at beltene blir mørkere enn sonene? Tegn gjerne en figur.

I sonene, de lyse strukturene, stiger gass opp fra dypere lag. Den er varmere enn middeltemperaturen og sonene ser derfor lyse ut. På toppen strømmer gassen horisontal ut for så å synke avkjølt ned i de områdene som utgjør beltene som da stråler litt svakere enn sonene.

(Svaret er fullgodt, men en bemerkning om vindene langs skybeltene vil ikke skade. F.eks.: Det blåser også kraftige vinder parallelt med ekvator i sky-sonene. Disse skifter retning inne i beltene og sonene og blåser vekselvis mot øst og vest i nabo-områder. Gjerne også en figur som 7-7 i læreboka.)

8. Hvorfor finner vi mange nedslagskratre etter meteorer på jupitermånene Ganymede og Callisto, men bare noen få på Europa og ingen på Io?

Ganymede og Callisto har meget gamle overflater av is, især har Callisto bevart sporene etter meteornedslag gjennom 4.5 milliarder år. På Europa er islaget trolig ikke så tykt og vann fra et hav under isen har brukket opp isen, trengt igjennom islaget og fylt igjen eventuelle merker etter meteornedslag. Io er meget vulkansk, og lavastrømmer gjør at dens overflate blir raskt fornyet.

9. Hva forstår vi med tilsynelatende magnitudo (apparent magnitudo) for en stjerne? Ser Betelgeuse med magnitudo $m = 0.5$ sterkere eller svakere ut enn Pollux med magnitudo $m = 1.1$?

Tilsynelatende magnitudo, m , er et mål på hvor sterk en stjerne tar seg ut for oss. Man klassifiserer styrken på en skala som er ment å gå fra 1 til 6 for synlige stjerner og hvor en styrke-endring på en magnitudo svarer til en intensitetsendring med en faktor 2.512. Et sprang på 5 magnitudo svarer til en faktor $2.512^5 = 100$. Sterke stjerner har lav verdi på magnituden. Dette innebærer at Betelgeuse synes å lyse sterkere enn Pollux.

10. Hva er spektralklasser og hva er luminositetsklasser?

Spektralklassene grupperer stjernene etter temperaturen på overflaten. Klassebetegnelse 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 ut fra linje-spekteret til stjernene.

11. Hvilke tre mekanismer kan gi en innledende sammenpressing av gassen i de kjempestore molekylskyene (giant molecular clouds) slik at vi får satt i gang en gravitasjonskollaps som fører til dannelse av nye stjerner?

- a) En supernova eksplosjon i nærheten, hvor sjokk fra eksplosjonen og supersoniske utstrømninger fører til sammenpressninger.
- b) Stråling fra nydannede sterkt lysende stjerner kan gi strålingsdrevet stjernevind med lignende resultat som utstrømningene fra supernovae eksplosjoner eller strålingen vil direkte presse sammen gassen i skya.
- c) Kollisjoner mellom to molekylskyer.

2 av 3 riktige svar er helt akseptabelt.

12. Mens en stjerne er på hovedserien produserer den sin energi ved å fusjonerer hydrogen til helium. Hva er da forklaringen på at store stjerner lever mye kortere tid på hovedserien enn de mindre massive stjernene, til tross for et større forråd av brennstoff i og med at de har stor masse? Omtrent hvor lenge lever solen på hovedserien? Og omtrent hvor lenge befinner en O eller B stjerne seg på hovedserien?

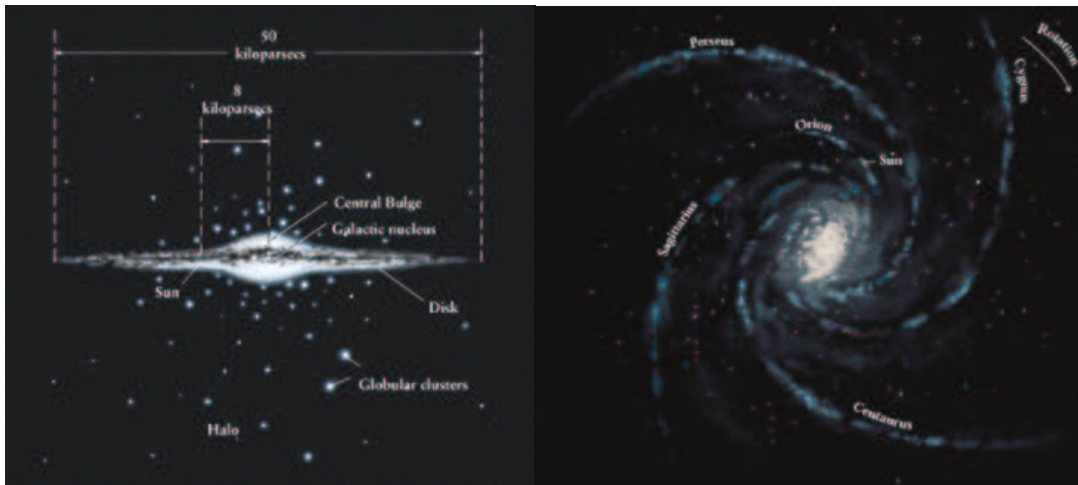
Grunnen er at i store stjerner foregår fusjonsprosessen så mye raskere. Dette kommer av at både trykk og temperatur er høyere inne i kjernen av de store stjernene enn i de mindre stjernene. Energiproduksjonen øker altså mye raskere enn proporsjonalt med stjernens masse. (En super besvarelse vill dra inn masse-lysstyrke relasjonen og ha noe om levetid $\tau \propto M^{-2.5}$.)

13. Hva er en supernova av type Ia?

De er opprinnelig hvite dverger som er del av dobbeltstjernesystem hvor de to stjernene står nær hverandre. Dersom den andre stjernen i systemet utvikler seg til en rød kjempe eller superkjempe kan masse flyte over på den hvite dvergen inntil denne får en masse større enn Chandrasekhar-massen og kolliderer. Tettheten og temperaturen i den stjernen som faller sammen blir så høy at kjernebrenning av (spesielt) C og O foregår eksplosivt og sprenger stjernen i stykker.

14. Tegn en omtrentlig skisse av melkeveien sett ovenfra og fra siden. Angi de forskjellige komponentene eller delene av galaksen. Angi avstander (størrelser) og plasser solas posisjon i figuren.

Her vil vi gjerne se noe å lá følgende eller enda bedre.



Figur 1: Melkeveien fra siden til venstre) og ovenifra (til høyre).

15. Beskriv kort hvorfor rotasjonskurvene for galakser, se figur 2, tyder på at det finnes store mengder så kalt mørk masse (dark matter) i galaksene. (Hint: mørk masse er masse som ikke stråler men som bare kan påvises gjennom tyngdekrefter, gravitasjon.)

Dersom massen i galaksen har den fordelingen vi ser hos stjernene så vil rotasjonshastighetene avta utover i de ytre deler av galakseskiven. Rotasjonskurvene viser likevel at farten til stjerner og skyer rundt galaksenes sentre ikke synes å avta men holder seg konstant til vel utenfor den egentlige galakseskiven. Dette betyr at det i galaksen må finnes en masse som ikke lyser og som strekker seg jevnt ut over et større område enn det som dekkes av stjernene i galaksen.

16. Hva er en radiogalakse (tegn gjerne en figur)? Hva er en kvasar?

En radiogalakse sender ut meget sterk radiostråling, lang mer enn en vanlig galakse. Strålingen kommer ofte ikke fra selve galaksen, men fra to utstrakte områder på hver sin side av galaksesenteret, radiolobene (se figur 16-10 i læreboka). Man kan også ha bidrag fra galaksens kjerne og fra områdene mellom kjernen og radiolobene, to tynne jets-tråler. Strålingen kommer fra elektroner som går med hastighet nær lyshastigheten. Kvasarer er termisk (temperatur) stråling fra den varme akresjonsskiven rundt supermassive sorte hull (1 milliard solmasser) i sentrene for aktive galakser. Noen kvasarer (10også radiogalakser.