



EKSAMEN I: MNFFY251 - ASTROFYSIKK I (MNFFY-250 + SIF-4030)

DATO: TORSDAG 14. MAI 1998

TID: 09.00 - 15.00

Antall vekttall: 4

Tillatte hjelpemidler:

Antall sider: 4

Matematiske tabeller,
kalkulator

Sensurdato: 4. juni 1998

Oppgave 1

- a) Hvor på jorda kan vi (prinsipielt) observere alle stjernene på stjernehimmelen over horisonten en eller annen gang? Hvor på jorda kan vi observere at stjernene "går" rundt i sirkler på himmelen, parallelt med horisonten? Hvor på jorda kan vi observere at stjernene "står rett opp" normalt på horisonten i øst, og "går rett ned" normalt på horisonten i vest?
- b) Kan vi observere retrograd bevegelse for en planet i bane rundt sola innenfor jorda? Forklar hvorfor, eller hvorfor ikke.
- c) Anta at Keplers lover gjelder for banebevegelsen til Jupiters måner rundt moderplaneten. Hva er forholdet mellom de store halvaksene i to av månebanene, når den ene månen har en omløpsperiode som er 5.2 ganger større enn perioden til den andre månen?
- d) På grunn av luftmotstand (friksjon) vil vanligvis en satellitt i bane rundt jorda etter hvert gå (falle) i en spiral innover mot jordoverflaten. Hvorfor øker da banehastigheten (ikke bare i radial-retningen) ?
- e) En satellitt plasseres i en bane rundt jorda slik at den blir "stasjonær" over et bestemt punkt på jordoverflaten, dvs. den får en omløpstid (periode) lik 1 døgn. Hva blir radius i satellittens bane, når satellitten veier 100 kg? Vis hvordan vi kan finne svaret, hvis vi kjenner jordas masse, og månens periode og bane-radius rundt jorda.
- f) Hvis du bodde i krateret Copernicus på månen, hvor ofte ville du se soloppgang? Hvor ofte ville du se jorda "gå ned"? Hvor stor del av tiden ville du se stjerner?
- g) En spektrallinje som normalt finnes ved en bølgelengde lik 5000 Å observeres ved 5001 Å i spektret fra en stjerne. Beveger stjerna seg mot oss eller fra oss, og hvor stor er radial-hastigheten?

Oppgitt:

$$\text{Jordas masse: } M_J = 6 \cdot 10^{27} \text{ g,}$$

$$\text{Avstand jord - måne: } r_m = 384400 \text{ km,}$$

$$\text{Gravitasjonskonstanten: } G = 6.67 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1} \text{ sek}^{-2},$$

$$\text{Lyshastigheten: } c = 3 \cdot 10^5 \text{ km / sek.}$$

Oppgave 2

- a. Anta at atmosfæretrykket minker med en faktor lik $\frac{1}{2}$ for hver 5500 m i høyde over jordoverflaten (havet). Ved hvilken høyde vil trykket være lik $\frac{1}{4}$ av atmosfæretrykket ved havflaten? Ved hvilken høyde vil trykket være $\frac{1}{10}$ av trykket ved havflaten?
- b) Saturns ringer strekker seg fra ca. 64000 km til ca. 137000 km fra planetens sentrum. Hva er omløpstiden for ringenes ytterste del i forhold til omløpstiden for ringenes innerste del?
- c) Mars blir observert i "opposisjon" fra to forskjellige steder på jordas ekvator. På det ene stedet står Mars akkurat opp over horisonten, på det andre stedet går Mars akkurat ned bak horisonten. Sett fra de to observasjonsstedene har Mars en forskjell i plassering på himmelkula (i synsretning) lik 41 buesekunder. Hva er avstanden fra jorda til Mars (i AU)?
- d) 22. juni observeres en stjerne i retning mot høstjevndøgnspunktet å ha en radialhastighet lik +36 km/sek. 22. desember observeres samme stjerne å ha en radial-hastighet lik -24 km/sek. Hva blir stjernas radialhastighet i forhold til sola?
- e) En stjerne har en apparent størrelsesklasse i det synlige (optiske) området lik

$$m_v = 10.4,$$

og en bolometrisk korreksjon (BC) lik

$$V - m_{bol} = 0.8.$$

Hva er avstanden til stjerna, når den har en trigonometrisk parallaks lik 0.001 buesekunder?
Hva er luminositeten uttrykt ved solas luminositet $L_\odot$, når sola har en absolutt bolometrisk størrelsesklasse lik

$$M_{bol} = 4.6?$$

- f) Hva er omløpstiden (perioden) for en dobbeltstjerne, der hver stjerne har en masse lik solas masse $M_\odot$, og den store halvaksen i relativbanen er lik 1 AU? I hvilken avstand fra oss ville de to stjernene synes å ha en vinkelseparasjon lik 1 buesekund (når vi antar sirkelbaner)?
Hva blir tilsvarende omløpstid og avstand, hvis den store halvaksen er lik 100 AU?

- g) En fotometrisk (formørkelsesvariabel) stjerne består av en liten stjerne som beveger seg rundt en stor stjerne. Når den lille stjerna formørkes av den store, tar det 1 time fra første

kontakt når formørkelsen starter til stjerna er totalt formørket (ved andre kontakt), og ytterligere 3 timer før stjerna begynner å vise seg igjen (ved tredje kontakt). Dobbelstjernas periode er lik 3 døgn, avstanden mellom stjernenes sentra er lik 11 460 000 km, og vi antar sirkelbaner for bevegelsen. Hva er stjernenes diameter når vi antar at synsretningen fra jorda ligger nøyaktig i dobbelstjernas baneplan?

Oppgitt:

Jordas radius: $R_J = 6375 \text{ km}$,

$1 \text{ AU} = 1.5 \cdot 10^8 \text{ km}$,

$1 \text{ par sec} = 206265 \text{ AU}$.

Oppgave 3

- Hvor langt borte er en stjerne med absolutt størrelsesklasse +15 og apparent størrelse +5? Hvor langt borte er en stjerne med absolutt størrelsesklasse -10 og apparent størrelse +5?
(i det optiske frekvensområdet)
- Hvordan kan lysutstrålingen fra Mira (en variabel rød kjempe) tilsynelatende variere med ca. 6 størrelsesklasser, dvs. med en faktor på ca. 250, når overflatetemperaturen (fotosfære-temperaturen) varierer bare mellom ca. 1900 K og ca. 2600 K? Bryter ikke dette med Stefan-Boltzmanns lov?
- Et område med ionisert hydrogen H II med temperatur 10000 K i det interstellare rom er i trykk-likevekt med et tilstøtende område med "vanlig" nøytralt hydrogen H I med temperatur 100 K. Hva er det relative forholdet mellom tetthetene av hydrogen i de to områdene?
- En stjerne har en masse lik $2 \cdot 10^{35} \text{ g}$ og en luminositet lik $4 \cdot 10^{39} \text{ erg/sek}$. Hvor lenge kan stjerna da stråle med denne luminositeten, dvs. hvor lenge kan stjerna oppholde seg på hovedserien i et HR-diagram, hvis stjerna består av 100% hydrogen, og all hydrogen kan transformeres til helium?
- Hvis alle stjernene i en stjernehop er like gamle, hvordan kan stjernehopene være nyttige ved studier av evolusjons(utviklings)-effekter for stjerner?
- Hva er planetariske tåker? Sentralstjerna i en planetarisk tåke er 16 ganger mer lyssterk enn sola og 20 ganger varmere på overflaten (i fotosfæren). Finn stjernas radius uttrykt ved solas radius $R_\odot$. Hvordan passer radien med størrelsen til en hvit dverg?
- En supernova eksploderer i en galakse 10^8 parsec borte, og supernovaen når en absolutt størrelsesklasse lik -19 ved sin største lysstyrke. Hvis vi ser supernovaen eksplodere i dag, hvor lenge er det siden dette egentlig hendte? Hva er supernovaens apparente størrelsesklasse ved største lysstyrke?

Oppgitt:

Stefan – Boltzmanns lov: $E = \sigma T^4$,

Protonets masse: $m_p = 1.6725 \cdot 10^{-24} \text{ g}$,

Helium – kjernens masse: $m_{\text{He}} = 6.642 \cdot 10^{-24} \text{ g}$,

Solas radius: $R = 7 \cdot 10^5 \text{ km}$,

1 par sec = 3.26 lysår .

MERK:

Studentene må primært gjøre seg kjent med sensur ved å oppsøke sensuoppslagene. Evt. telefonhenvendelser om sensur må rettes til instituttet eller sensurtelefon: 815 48014.

Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike henvendelser.