

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Institutt for fysikk, Lade

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

DATO: TIRSDAG 11. JANUAR 2000

TID: 09.00 - 15.00

Antall vekttall: 4

Tillatte hjelpemidler:

Matematiske tabeller,

Antall sider: 4

kalkulator

Sensur-dato: 1. februar 2000

Oppgave 1

- En planet med samme masse og radius som jorda oppdages i solsystemet i en avstand lik 100 AU fra sola. Skulle denne planeten forventes å ha helium i sin atmosfære? Eller ammoniakk? Hvorfor (ikke)?
- 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 lik $\frac{1}{10}$ av trykket ved havflaten?
- En astronaut på månen slipper en hammer og en fuglefjær samtidig. Vil de falle like fort? Hvorfor (ikke)? Vil vi få samme resultat hvis vi gjentar forsøket på jorda? Hvorfor (ikke)?
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 radialhastighet lik -24 km/sek. Hva blir stjernens radialhastighet i forhold til sola?

- e) En stjerne har en egenbevegelse gitt ved en tangentialhastighet lik $3.0''/\text{år}$, en trigonometrisk parallaks-effekt lik $0.474''$, og en radialhastighet lik 40 km/sek . Hva er stjernens romhastighet?
- f) Hva er tyngdeakselerasjonen ved solas overflate (fotosfære) sammenlignet med tyngdeakselerasjonen ved jordas overflate? De fleste stjerner har masser i området fra ca. $0.1 M_{\odot}$ til $10 M_{\odot}$, der M_{\odot} er solas masse. Stjerne-radier varierer derimot fra ca. $0.01 R_{\odot}$ til $1000 R_{\odot}$, der R_{\odot} er solas radius. Hva er tyngdeakselerasjonen ved overflaten til en stjerne med radius lik $0.01 R_{\odot}$, og tyngdeakselerasjonen ved overflaten til en stjerne med radius lik $1000 R_{\odot}$, sammenlignet med tyngdeakselerasjonen ved jordas overflate, når begge stjerner har en masse lik solas masse? Hva blir forholdet mellom de to tyngdeakselerasjonene?

Oppgitt:

- 1 parsec = $3.26 \text{ lysår} = 206265 \text{ AU}$,
- 1 AU = $1.496 \cdot 10^8 \text{ km}$,
- 1 radian = 57.3° ,
- Solas masse: $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$,
- Solas radius: $R_{\odot} = 7 \cdot 10^5 \text{ km}$,
- Jordas masse: $M_j = 5.98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$,
- Jordas radius: $R_j = 6378 \text{ km}$,
- Stefan-Boltzmanns lov: $E = \sigma T^4$.

Oppgave 2

- a). En stjerne har en apparent størrelsesklasse i det synlige (optiske) området lik

$$m_V = 10.4,$$

og en bolometrisk korreksjon (BC) lik

$$m_V - m_{\text{bol}} = 0.8.$$

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

$$M_{\text{bol}} = 4.6?$$

- b) Hvor langt borte er en stjerne med absolutt størrelsesklasse +15 og apparent størrelsesklasse +5? Hvor langt borte er en stjerne med absolutt størrelsesklasse -10 og apparent størrelse lik +5?
- c) Innenfor en avstand lik 5 parsec fra oss finner vi stjerner som har absolutt størrelse mellom +1.4 (Sirius) og 16.8. Ville noen av disse stjernene være synlige for bare øyet, hvis vi flyttet dem ut til en avstand lik 100 parsec fra oss?
- d) Den store halvakse i relativbevegelsen for dobbeltstjernen ξ Ursa Majoris tilsvarende en synsvinkel (buelengde) lik $2.5''$, og dobbeltstjernens trigonometriske parallaks er lik $0.127''$. Hva er dobbeltstjernens totale masse (målt i sol-masser M_{\odot}), når bane-perioden er lik 60 år?
- e) Hva er planetariske tåker? Sentral-stjernen i en planetarisk tåke er 16 ganger mer lyssterk enn sola og 20 ganger varmere på overflaten (i fotosfæren). Finn stjernens radius uttrykt ved solas radius R_{\odot} . Hvordan passer radien med størrelsen til en hvit dverg?
- f) 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?

Oppgave 3

- a) Hvorfor kan vi ikke kartlegge Melkeveiens spiralstruktur i retningen mot eller fra det galaktiske senteret, med radiobølger med 21 cm bølgelengde? Hvorfor kan vi derimot kartlegge spiral-strukturen i en retning normalt retningen mot galakse-senteret?
- b) Solsystemet ligger ca. 10 kparsec fra Melkeveiens sentrum. Anta at vi gjør observasjoner av radiobølger med 21 cm bølgelengde i det galaktiske plan i en retning 45° fra retningen mot Melkeveiens sentrum. Hva er avstanden fra Melkeveiens sentrum til de stjernene eller den stjerne-tåken som vi da observerer med størst radialhastighet i forhold til oss?

c) Hvis alle stjernene i en stjernehop er like gamle, hvordan kan stjernehopper være nyttige ved studier av evolusjons-effekter (utviklings-effekter) for stjerner?

d) Vi antar at galaktiske kulehoper har baner rundt Melkeveiens sentrum med stor eksentrisitet

$$\varepsilon \approx 1.$$

Hva er perioden for en slik kulehop, når maksimal avstand fra Melkeveiens sentrum er lik 10^4 parsec og Melkeveiens masse er lik $10^{11} M_{\odot}$?

e) 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?

f) Hva er universets maksimale alder (ifølge en "big bang"-teori) hvis Hubbles konstant er gitt ved

$$H = 70 \text{ km}/(\text{sek} \cdot \text{Mparsec})?$$

MERK:

Studentene må primært gjøre seg kjent med sensur ved å oppsøke sensuoppslagene. Evt. telefonhenvendelser om sensur må rettes til Institutt for fysikk, Lade, eller til sensurtelefon 815 48014. Eksamenskontoret vil ikke kunne svare på slike henvendelser.