

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for fysikk

Faglig kontakt under eksamen:

Navn: Nils Erland Leinebø Haugen

Tlf.: 73 55 10 93

EKSAMEN I FAG MNFFY250 ASTROFYSIKK OG SIF4030 ASTROFYSIKK

Fakultet for fysikk, matematikk og informatikk

Onsdag 9. mai 2001

Tid: 0900 - 1500

Tillatte hjelpemidler:

Matematiske tabeller

Kalkulator

Oppgave 1

1.1

Hvilken planet er nærmest solen? Hvilken er lengst vekk fra solen? Hva heter solsystemets største planet? Hvilke to grupper kan vi dele planetene i?

1.2

Vi sier at en satellitt er geostasjonær hvis den til enhver tid står stille over samme punkt på jordoverflaten. I hvilken avstand fra jordens sentrum finner vi slike satellitter?

1.3

Hvis en vekt her på jorden viser at du veier 75 kg , hvor mye vil da den samme vekten vise at du veier på Mars?

1.4

Vi antar at solen bestod av kun hydrogen da den ble “født” og at den kan gjøre om 10% av alle massen sin til helium. Hvor lenge har solen igjen på hovedserien når vi vet at solen er ca. 5 milliarder år gammel?

1.5

Hvorfor er det så mye gass på Jupiter og omtrent ingenting på Merkur?

1.6

Vi antar at vi kan måle vinkler ned til 0.0001 bue-sekund. Hva er den største avstanden vi kan bestemme til en stjerne ved hjelp av parallakse-metoden?

1.7

I laboratorium på jorden finner vi at H_α linjen i spekteret fra nøytralt hydrogen har en bølgelengde på $\lambda_{H_\alpha} = 656.3 \text{ nm}$. Anta at vi observerer en gitt stjerne. Vi finner H_α linjen også i spekteret til denne stjernen, nå finner vi den derimot ved $\lambda_{H_\alpha} = 659.3 \text{ nm}$. Beveger stjernen seg mot oss eller fra oss? Hvor stor er radial-hastigheten?

Gitt:

$$1AU = 1.495 \times 10^{11} \text{ m},$$

$$\textbf{Gravitasjons-konstanten: } G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2},$$

$$\textbf{Jordas masse: } M_j = 5.977 \times 10^{24} \text{ kg},$$

$$\textbf{Jordens radius: } R_j = 6375 \text{ km},$$

$$\textbf{Massen til Mars: } M_M = 6.42 \times 10^{23} \text{ kg},$$

$$\textbf{Radius til Mars: } R_M = 3370 \text{ km},$$

$$\textbf{Solens masse: } M_\odot = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg},$$

$$\textbf{Solens luminositet: } L_\odot = 3.86 \times 10^{26} \text{ W},$$

$$\textbf{Proton-massen: } m_p = 1.6725 \times 10^{-27} \text{ kg},$$

$$\textbf{Helium-massen } (^4\text{He}): m_{He} = 6.642 \times 10^{-27} \text{ kg}.$$

Oppgave 2

2.1

Tegn et Hertzsprung-Russell diagram, der du markerer (omtrentlig) hvor vi finner hovedserien, hvite dverger og røde kjemper.

2.2

Beskriv hvordan en stjerne med masse lik solens vil bevege seg på Hertzsprung-Russell diagrammet fra den er en gass/støv-sky som trekker seg sammen til den blir en død kald stjerne.

2.3

Vis at:

$$m - M = 5 \log d - 5, \quad (1)$$

når m er tilsynelatende størrelsesklasse (apparent magnitude), M er absolutt størrelsesklasse (absolute magnitude) og d er avstand.

2.4

Vi antar at de mest lys-sterke Cepheidene har en absolutt størrelsesklasse (absolute magnitude) -7 , mens en RR Lyrae stjerne har absolutt størrelsesklasse (absolute magnitude) $+0.5$. Hvis vi har et teleskop som kan se stjerner ned til tilsynelatende størrelsesklasse (apparent magnitude) $+24$, hvor langt unna kan vi da observere Cepheider? Hvor langt unna kan vi observere RR Lyrae stjerner?

2.5

Kan du forklare to metoder som kan brukes for å bestemme avstander som er større enn dem vi finner ved hjelp av Cepheider?

2.6

Vi ser en stjerne A som stråler som et svart legeme med $\lambda_{max} = 2.897 \times 10^{-8} \text{ m}$, og har en luminositet $L = 7.12 \times 10^{21} \text{ W}$. Hva er stjernens overflate-temperatur? Hva er stjernens radius? Hvilken type stjerne kan dette være?

2.7

Gitt en spiral-galakse. Vis at stjernene i galaksen får Kepler-rotasjon, det vil si at $v(r) \propto r^{-1/2}$, hvis vi antar at all massen er samlet i sentrum, det vil si at $M(r) = M_s$, når $M(r)$ er massen innenfor radien r , $v(r)$ er rotasjonshastigheten for en stjerne i avstand r fra sentrum av galaksen og M_s er massen til galaksen. Vis også at stjernene i galaksen roterer som et stivt legeme hvis vi antar at massetettheten er konstant i galaksen, det vil si at $M(r) = 4\pi r^2 \rho_0$, når ρ_0 er massetettheten.

Gitt:

Wiens forskyvnings-lov: $T\lambda_{max} = 2.897 \times 10^{-3} m \cdot K$,

Stefan-Boltzmanns lov: $F = \sigma T^4$, $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} W m^{-2} K^{-4}$.

Oppgave 3

3.1

Kvasaren 3C273 har en rødforskyvning på $z=0.158$. Hvor raskt beveger den seg vekk fra jorden?

3.2

Hvis vi antar at Hubbles konstant er $H = 100 km/s \cdot Mpc$, hva er da avstanden til 3C273?

3.3

Vi finner at 3C273 har en tilsynelatende størrelsesklasse (apparent magnitude) +13, hva er da den absolutte størrelsesklassen (absolute magnitude)? Hvor mye mer lys-sterk er 3C273 enn solen?

3.4

Vi observerer at 3C273 kan variere i løpet av en dag. Hva sier dette om den fysiske størrelsen til energikilden i 3C273?

3.5

Anta som før at $H = 100 \text{ km/s} \cdot \text{Mpc}$, hva blir da Hubble-tiden? Hvorfor tror vi ikke at universets alder er identisk med Hubble-tiden? Hvordan passer dette med at de eldste stjernene i vår galakse er minst 13 milliarder år gamle?

3.6

Vi finner at kvasarene stråler utrolig store mengder energi fra veldig små områder. Utdyp en strålingsmekanisme som kan passe for kvasarer.

3.7

Hva er grunnen til at vi har en kosmisk bakgrunns-stråling? Vi observerer at denne kosmiske bakgrunns-strålingen følger en perfekt Planck-kurve med maksimal intensitet for $\lambda = 1.065 \times 10^{-3} \text{ m}$. Hvilken temperatur tilsvarer dette?

Gitt:

$$\beta = \frac{v}{c} = \frac{\lambda^2 - \lambda_0^2}{\lambda^2 + \lambda_0^2},$$

$$z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0},$$

Solens absolutte størrelsesklasse (absolute magnitude): $M_{\odot} = 4.8$.