

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  $75\text{ kg}$ , 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  $H_\alpha$  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  $H_\alpha$  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:**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## 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  $\rho_0$  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):**  $M_{\odot} = 4.8$ .