

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
 Institutt for fysikk, Lade

EKSAMEN I: MNFFY251 – ASTROFYSIKK I (~~MNFF250~~ + SIF-4030)

DATO: LØRDAG 9. JANUAR 1999

TID: 09.00 - 15.00

Antall vekttall: 4

Tillatte hjelpemidler:
 Matematiske tabeller,
 kalkulator

Antall sider: 3

Sensur dato: 1. februar 1999

Oppgave 1

- Hva ville en mann, som veier 100 kg på jorden, veie på månen?
- Et fjell på månen observeres (på solsiden) 100 km fra grenselinjen (skyggegrensen) mellom "dag" og "natt". Hvor høyt er fjellet når det samtidig lager en skygge på 40 km langs måneoverflaten?
- Hva er tyngdeakselerasjonen i jordens gravitasjonsfelt 10000 km fra jordens sentrum sammenlignet med tyngdeakselerasjonen i månens gravitasjonsfelt 10000 km fra månens sentrum?
- Hva er Merkurs banehastighet v_1 ved perihel (nærmest solen) og v_2 ved aphel, når middellavstanden r fra solen, omløpsperioden T omkring solen, og eksentrisiteten ϵ i Merkurs bane er gitt ved

$$r = 0.387 \text{ AU},$$

$$T = 0.24 \text{ år},$$

$$\epsilon = 0.206,$$

og vi antar at middelhastigheten v (tilsvarende sirkelbevegelse med radius r) er gitt ved

$$v = (v_1 + v_2)/2?$$

- Hvor langt er et "Merkur-døgn" for en observatør på Merkur når Merkurs egenrotasjonsperiode T_M og omløpsperiode T_S omkring solen er gitt ved

$$T_M = 58.7 \text{ "jord-døgn"},$$

$$T_S = 88 \text{ "jord-døgn"}?$$

- Hvordan kan koronaen utenfor solens fotosfære ha en temperatur lik ca. 10^6 K , mens vi observerer en "overflatetemperatur" for solen lik ca. $6 \cdot 10^3 \text{ K}$?

Oppgitt:

1 AU = 149 598 000 km,

Jordens masse: $M_j = 5.977 \cdot 10^{27}$ g,

Jordens radius: $R_j = 6375$ km,

Månens masse: $M_m = M_j/81.3 = 0.0123 M_j$,

Månens radius: $R_m = 1737$ km = $0.273 R_j$.

Oppgave 2

- Hvis forskjellen i lysstyrke for to stjerner er gitt ved en forskjell lik 8 i størrelsesklasse, hva er da tilsvarende forhold i lysintensitet?
- En stjerne med apparent størrelse 6 observeres i avstand 40 parsec fra solen, og en stjerne med apparent størrelse 2 observeres i avstand 5 parsec fra solen. Hva er deres absolutte størrelser?
- Stjernen Castor i stjernebildet Gemini eller Tvillingene er en dobbeltstjerne der de to stjernene har størrelsesklasse 1.99 og 2.85. Hvilken størrelsesklasse har da Castor (dvs. de to stjernene til sammen)?
- Den store halvakse i den relative banen for dobbeltstjernen ξ Ursa Majoris tilsvarer en vinkel (buelengde) lik 2.5 buesek., og dobbeltstjernens trigonometriske parallaks er lik 0.127 buesek. Hva er den totale masse for dobbeltstjernen (uttrykt ved solens masse) når perioden er lik 60 år?
- Fusjonsprosesser i stjerner kan forklare dannelsen av en del grunnstoffer opp til jern eller nikkel i det periodiske system, men hvordan kan vi ha fått dannet tyngre grunnstoffer i universet? Kan det si oss noe om universets alder i forhold til solens (og solsystemets) alder?
- Hvordan inndeler vi stjerner i populasjonstyper karakterisert ved bevegelse (tilstand) og kjemisk sammensetning? Hvordan kan vi forklare populasjonstypene ut fra stjerneutviklingen i for eksempel Melkeveien?

Oppgitt:

1 radian = 57.3° ,

1 parsec = 3.26 lysår = 206265 AU.

Oppgave 3

- En kvasar (OH 471) er observert med en rødforskyvning lik

$$z = (\Delta\lambda) / \lambda = 3.53.$$

Hvilken radial hastighet tilsvarer denne rødforskyvningen hvis man antar at den skyldes Doppler-effekten?

- b) Anta at en kvasar har en absolutt størrelsesklasse lik -25. Hva blir lysstyrken (luminositeten) uttrykt ved solens lysstyrke når solen har en absolutt størrelse lik +5? Hva er øvre grense for kvasarens "diameter" hvis den synes som en stjerne, dvs. har en vinkeldiameter mindre enn et buesekund, og befinner seg $5 \cdot 10^9$ parsec borte?

- c) Galaksen 3C295 har en rødforskyvning lik

$$z = (\Delta\lambda) / \lambda = 0.36.$$

Hvilken hastighet tilsvarer denne rødforskyvningen? Hva er avstanden til galaksen, og eksisterte vårt solsystem når galaksen utsendte det lys som vi mottar i dag?

- d) Vil vi få spesielle problemer med universets "alder" hvis vi postulerer et lukket univers med Hubbles konstant lik

$$H = 100 \text{ km/(sek} \cdot \text{Mparsec)},$$

og samtidig antar at flere av stjernehopene i vår egen galakse Melkeveien er 10^{10} år gamle?

- e) Hva blir krumning k , retardasjonsparameter q_0 og midlere massetetthet ρ i et Einstein-de Sitter univers?
- f) Hvilken bølgelengde tilsvarer maksimal intensitet i den kosmiske bakgrunnsstråling?

Oppgitt:

Wiens forskyvningslov: $T\lambda_{\max} = \text{konstant} = 0.2897 \text{ cm} \cdot \text{K},$

Hubbles konstant: $H_0 = 55 \text{ km/(sek} \cdot \text{Mparsec)},$

Universets kritiske tetthet: $\rho_c = 3H_0^2/(8\pi G) = 5.7 \cdot 10^{-30} \text{ g/cm}^3.$

MERK:

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