

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk–naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i AST2110 — Universet

Eksamensdag: Tirsdag 8. juni 2004

Tid for eksamen: 14.30 – 17.30

Oppgavesettet er på 3 sider.

Vedlegg: Ingen

Tillatte hjelpemidler: Rottmann: “Matematisk formelsamling”

Øgrim og Lian: “Størrelser og enheter i fysikk og teknikk”

Godkjent kalkulator

To A4-ark (du kan skrive på begge sider) med dine egne notater

Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare spørsmålene.

Oppgave 1

- a) Massesentersystemet for et system av N partikler er definert ved at i det er $\sum_{i=1}^N \mathbf{p}_i = 0$. $P_\mu = (E/c, \mathbf{p})$ er som kjent

en firervektor. Vis at for hele systemet, observert i massesentersystemet, er $P_\mu^{CM} = (E_0/c, 0)$. Uttrykk størrelsen $P^\mu P_\mu = -E^2/c^2 + p^2$ for hele systemet observert i et vilkårlig inertialsystem ved E_0 .

Vi skal nå se på et system bestående av to fotoner som i laboratoriesystemet har frekvenser ν_1 og ν_2 , og vinkelen mellom deres bevegelsesretninger i laboratoriesystemet er θ .

- b) Vis at i massesentersystemet er totalenergien til systemet $E_0 = 2h\sqrt{\nu_1\nu_2} \sin \frac{\theta}{2}$ (husk at $\sqrt{(1 - \cos \theta)/2} = \sin \frac{\theta}{2}$).
- c) Hva er frekvensen til hvert av fotonene sett i massesentersystemet?
- c) Er det mulig å finne et massesentersystem for alle verdier av θ ?

Oppgave 2

- a) Vis at et legeme i solsystemet i avstand r fra solen som har albedo a under visse antagelser vil oppnå en likevektstemperatur $T_p = (R_\odot/2r)^{1/2}(1 - a)^{1/4}T_\odot$, hvor R_\odot er solradien og T_\odot er solens overflatetemperatur. Forklar de viktigste antagelsene som må gjøres. I resten av oppgaven anvender vi $R_\odot = 696000\text{km}$ og $T_\odot = 5800\text{K}$.

- b) For jorden er $a = 0,3$ og $r = 150$ millioner km. Sammenlign temperaturen du finner fra ligningen i oppgave a med jordens gjennomsnittelige overflatetemperatur. Hva er hovedårsaken til forskjellen?
- c) Neptun har en gjennomsnittsavstand fra solen på 4,5 milliarder km og har albedo på 0,29. Dens overflatetemperatur er 59K. Hvordan stemmer det med likevektstemperaturen du finner? Hva er hovedårsaken til forskjellen her?

Oppgave 3

- a) Tegn Hubbles stemmegaffeldiagram og angi hvilke galaksetyper du finner i det.
- b) Hva menes med at overflatelysstyrken i elliptiske galakser og i “bulgen” på spiralgalakser følger de Vaucouleurs’ $r^{1/4}$ lov?
- c) Hvordan kan Tully-Fisher relasjonen benyttes til å bestemme avstanden til spiralgalakser?
- d) Uttrykk rødforskyvningen til et kosmologisk objekt ved universets skalafaktor R .