

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk–naturvitenskapelige fakultet

Midtveiseeksamen i AST2110 — Universet

Eksamensdag: Tirsdag 23. mars 2004

Tid for eksamen: 12.15 – 13.45

Oppgavesettet er på 3 sider.

Vedlegg: Ingen

Tillatte hjelpemidler: Rottmann: “Matematisk formelsamling”

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

Godkjent kalkulator

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

### Oppgave 1

Et atom har masse  $M_0$ . La oss anta at det kan være i to forskjellige energitilstander, grunntilstanden med energi  $E_0$  og en tilstand med høyere energi,  $E_1$ . Anta at atomet svever fritt og i ro i den interstellare gassen i vår galakse og er i energitilstand  $E_1$ . Atomet hopper ned i grunntilstanden og sender ut et foton med

frekvens  $\nu$  og energi  $E_\gamma = h\nu$  og får samtidig en rekylbevegelse i motsatt retning. Hva er frekvensen  $\nu$  uttrykt ved  $\Delta E = E_1 - E_0$  og  $M_0$ ? Anta at  $\Delta E/M_0c^2 \ll 1$ . Uttrykk  $h\nu/\Delta E$  til første orden i  $\Delta E/M_0c^2$ . Kommenter.

## Oppgave 2

- a) Lag en figur som viser sammenhengen mellom asimut ( $A$ ), elevasjon ( $a$ ), rektascensjon ( $\alpha$ ), deklinasjon ( $\delta$ ), timevinkel ( $H$ ) og stedets geografiske bredde ( $\phi$ ).
- b) Utled ligningen

$$\sin a = \cos H \cos \delta \cos \phi + \sin \delta \sin \phi.$$

- c) Beregn timevinklene og tidspunktene (i UT, men regn ut tidspunktene bare hvis du får tid til det) for oppgang og nedgang av Jupiter ( $\alpha = 16^h42^m16.2^s$ ,  $\delta = -21^\circ24'26''$ ) i Oslo ( $59^\circ54'48''$  N,  $10^\circ43'10''$  Ø) den 21. mai 1995. Stjernetiden i Greenwich ved  $0^h$  UT var på denne datoen  $15^h52^m40.5^s$ . Det sees bort fra refraksjonen og Jupiters bevegelse på stjernehimmelen.

### Oppgave 3

- a) Du befinner deg inne i et lite romskip som faller mot et sort hull. Du sender ut en lysstråle horisontalt (normal på retningen mot det sorte hullet) mot motsatt vegg i romskipet. Vil lysstrålen treffe den andre veggen høyere enn, lavere enn eller i samme høyde over det horisontale gulvet som der du sendte lysstrålen fra? Hvorfor?
- b) Solmassen er  $1.99 \times 10^{30}$  kg. Hva er solens Schwarzschildradius?  $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{N m}^2 \text{kg}^{-2}$  og  $c = 2.9979 \times 10^8 \text{m s}^{-1}$ .
- c) For en stjerne måler vi at den apparente størrelsesklassen (magnituden) i  $V$ -båndet er mindre enn den apparente størrelsesklassen målt i  $B$ -båndet, slik at  $B = 7,5$  og  $V = 7,0$ . Hva er forskjellen i *absolutt* størrelsesklasse ved de to båndene,  $M_B - M_V$ ? Tror du denne stjernen er varmere enn eller kaldere enn Vega?
- d) I ekstragalaktisk astronomi er det vanlig å benytte formelen  $r = 10^{0.2(m-M-25)}$  Mpc til å bestemme avstander. Hvor kommer denne formelen fra?