

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
 Institutt for fysikk

EKSAMEN I: MNFFY251 – ASTROFYSIKK I (MNFFY-250 + SIF-4030)

DATO: TORSDAG 11. MAI 2000

TID: 09.00 - 15.00

Antall vekttall: 4

Tillatte hjelpemidler:

Matematiske tabeller,

Antall sider: 4

kalkulator

Sensur-dato: 1. juni 2000

Oppgave 1

- a) Gravitasjonskraften

$$F = -GMm/r^2$$

mellom to masser M og m i relativ avstand r (mellom sentrene), der G er gravitasjonskonstanten, er en sentralkraft og en konservativ kraft. En satellitt med masse m blir skutt ut (vertikalt) fra jordas overflate med en radial-hastighet \dot{r}_0 som er så stor at satellitten når en maksimal høyde

$$h = 100 \text{ km}$$

over jordoverflaten. Sett opp et uttrykk for satellittens potensielle energi $U(h)$ i denne høyden h i jordas gravitasjonsfelt, og finn tilsvarende tallverdi når vi setter

$$U(r)=0, \text{ for } r \rightarrow \infty.$$

- b) Hvor stor er tilsvarende radialhastighet \dot{r}_0 ? Hvor stor blir "unnslippingshastigheten" fra jordas gravitasjonsfelt, dvs \dot{r}_0 for $h \rightarrow \infty$?

- c) I avstand $h = 100$ km gis satellitten (ved hjelp av rakettmotorer) en banehastighet v slik at den beveger seg mot øst i en stabil sirkelbane i jordas ekvatorialplan. Finn banehastigheten (omløpshastigheten) v .
- d) Finn tiden (perioden) T som satellitten bruker på et omløp regnet fra et fast punkt på jordas overflate.
- e) I hvilken høyde h over jordoverflaten måtte satellitten plasseres for å bli en stasjonær satellitt som står fast i en bestemt posisjon i forhold til et fast punkt på jordoverflaten? Hva blir banehastigheten v for en slik stasjonær satellitt?
- f) Hva er Keplers lover (angitt uten bevis)?

Oppgitt: Gravitasjonskonstanten: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ sek}^{-2}$,
 Jordas radius: $R_j = 6370$ km,
 Jordas masse: $M_j = 6 \cdot 10^{24}$ kg,
 Satellittens masse: $m = 100$ kg.

Oppgave 2

- a) Hva er solformørkelse og hva er måneformørkelse? Hva er umbra og penumbra? Kan vi ha solformørkelse ved fullmåne?
- b) Hvilken overflatetemperatur har planetene Saturn, Uranus og Neptun? Hvorfor finner vi sannsynligvis bare metan, hydrogen og helium i atmosfæren til disse planetene?
- c) Hva er tyngdeakselerasjonen ved overflaten til Saturn og Uranus sammenlignet med tyngdeakselerasjonen ved jordens overflate?
- d) Det kontinuerlige spektrum fra en stjerne viser en topp ved 7000 \AA . Hva er stjernens overflatetemperatur? Hvor mye energi utstråles pr. m^2 og sek?
- e) Anta at en spektrallinje (fra et eller annet grunnstoff) som normalt er ved 5000 \AA , observeres i en stjernes spektrum ved 5001 \AA . Beveger stjernen seg bort fra jorda eller

mot jorda, og hvor fort?

- f) Hva er solas fotosfære? Hvordan kan vi definere solas "overflate", hvis sola består av gass-masse som strekker seg millioner av kilometer ut i universet? Hva er solas overflatetemperatur, og hvordan kan den bestemmes?

Oppgitt: Saturns masse: $M_S = 95.2 M_J$,
 Saturns radius: $R_S = 59500 \text{ km}$,
 Avstand Saturn-sola: $a_S = 9.54 \text{ AU}$,
 Uranus' masse: $M_U = 14.6 M_J$,
 Uranus' radius: $R_U = 23600 \text{ km}$,
 Avstand Uranus-sola: $a_U = 19.19 \text{ AU}$,
 Avstand Neptun-sola: $a_N = 30.06 \text{ AU}$,
 Wiens forskyvningslov: $T\lambda_{\text{max}} = 0.29 \text{ cm K}$,
 Stefan-Boltzmanns konstant: $a = 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ J m}^{-2}\text{sek}^{-1}\text{K}^{-4}$,
 Lyshastigheten: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/sek}$.

Oppgave 3

- a) Hvor mye mer lyssterk er Sirius med størrelsesklasse -1.4 enn en stjerne med størrelse $+23.9$, dvs. hva er forskjellen (forholdet) i lysintensitet?
- b) En stjerne har en apparent størrelsesklasse $+8$ og en absolutt størrelse 0 (null). Hvor langt borte er den?
- c) I en spektroskopisk dobbeltstjerne er maksimumsverdien av radialhastigheten for den ene stjernen i forhold til den andre lik 60 km/sek . Baneplanet danner en vinkel lik 30° med tangentplanet til himmel-kula gjennom stjernen, og omløpstiden (perioden) er 22 døgn. Hva er dobbeltstjernens totale masse (angitt i sol-masser) når stjernene i systemet går i sirkel-banen?

- d) Hva er planetariske tåker?
- e) En kvasar (3C-273) er observert med en rødforskyvning lik

$$z = (\Delta\lambda) / \lambda = 0.158.$$

Hvilken hastighet tilsvarende denne rødforskyvningen, hvis vi antar at den skyldes Doppler-effekten? Hva er avstanden til kvasaren (fra jorda) hvis vi antar at Hubbles lov gjelder?

- f) Hva er universets maksimale alder, hvis Hubbles konstant er

$$H = 75 \text{ km}/(\text{sek} \cdot \text{Mparsec})?$$

Oppgitt: 1 AU = 149 600 000 km,
 1 parsec = 3.26 lysår = 206265 AU,
 Hubbles konstant i dag: $H_0 = 70 \text{ km}/(\text{sek} \cdot \text{Mparsec})$,
 Doppler-effekten: $\omega = \gamma \omega' (1 + \beta \cos \theta')$, $\omega' = \gamma \omega (1 - \beta \cos \theta)$,
 $\gamma = (1 - \beta^2)^{-1/2}$, $\beta = v/c$.

MERK:

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