

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
 Institutt for fysikk, Lade

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

DATO: TIRSDAG 11. MAI 1999

TID: 09.00 - 15.00

Antall vekttall: 4

Tillatte hjelpemidler:
 Matematiske tabeller,
 kalkulator

Antall sider: 4

Sensur dato: 1. juni 1999

Oppgave 1

- Hvorfor kan vi aldri få måneformørkelse dagen etter en solformørkelse?
- Hvor lang tid trenger et radar-signal som reflekteres fra månen på å reise fram og tilbake til jorda? Månens ellipsebane rundt jorda viser en perihel-bevegelse østover som tilsvarer en periode lik 8.85 år. Samtidig dreier skjæringslinja mellom månens baneplan og ekliptikk-planet seg vestover med en periode lik 18.6 år. Hvor mye beveger denne skjæringslinja seg da i forhold til den store halvaksen i månens ellipsebane, og hva blir tilsvarende periode?
- Hva er (teoretisk) det relative forholdet mellom tidevannseffekter på jorda, på grunn av sola og på grunn av månen?
- Saturns synodiske periode (dvs. tiden mellom hver gang vi ser Saturn i opposisjon i samme posisjon i forhold til sola) er lik 1.03513 år. Hva er Saturns sideriske periode (omløpstid rundt ~~sola~~ målt i "stjernetid" (i forhold til stjernehimmelen)?
- En mann veier 100 kg på jordas overflate. Hvor mye ville han veie på overflaten til en asteroide med masse lik $M_j/10000$ og radius lik $R_j/20$? Hva er asteroidens diameter? Nevn en asteroide som har tilnærmet denne størrelsen.
- Når asteroiden (planetoiden) Geographos er bare 10^7 km borte fra jorda, hvor stor vinkelforskjell i synsretning kan den da observeres i samtidig fra forskjellige steder på jord-overflaten?
- En astronaut på månen slipper en hammer og en fuglefjær samtidig. Vil de falle like fort? Hvorfor (ikke)? Vil vi få samme resultat hvis vi gjentar forsøket på jorda? Hvorfor (ikke)?

Oppgitt: Lyshastigheten: $c = 2.998 \cdot 10^5$ km/sek,
 Solas masse: $M_\odot = 2 \cdot 10^{30}$ kg,
 Jordas masse: $M_j = 5.98 \cdot 10^{24}$ kg,

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

1 AU = $1.496 \cdot 10^8$ km,

Avstand jord-måne: $r_m = 3.844 \cdot 10^5$ km,

Jordas radius: $R_j = 6378$ km,

1 radian = 57.3° .

Oppgave 2

- En satellitt går i (sirkulær) bane rundt jorda like (10 km) over jord-overflaten. Hvor stor er banehastigheten?
- Avstanden mellom jorda og sola varierer mellom $147.2 \cdot 10^6$ km og $152.1 \cdot 10^6$ km. Hva er eksentrisiteten i jordas bane rundt sola?
- Bølgelengden for spektrallinjer for hydrogen-atomet kan representeres ved Rydbergs formel

$$\lambda^{-1} = R(m^{-2} - n^{-2}),$$

der R er Rydbergs konstant, og m og n er hel-tall. Hvilke spektrallinjer (hvilken bølgelengde) blir produsert ved følgende overganger:

$(m=1) \rightarrow (n=2)$,

$(m=1) \rightarrow (n=4)$,

$(m=2) \rightarrow (n=13)$,

$(m=3) \rightarrow (n=8)$,

~~$(n=17) \rightarrow (m=2)$,~~

~~$(n=14) \rightarrow (m=5)$?~~

Hvilke overganger gir absorpsjonslinjer og hvilke gir emisjonslinjer? Hvilke serier (dvs Lyman, Balmer, Paschen, Brackett, Pfund, osv.) tilhører de forskjellige spektrallinjene?

- Hvordan kan koronaen utenfor solas fotosfære ha en temperatur lik ca. 10^6 K mens vi observerer en "overflate-temperatur" (fotosfære-temperatur) for sola lik ca. $6 \cdot 10^3$ K?
- Synsvinkel tilsvarende diameter (målt med interferometer) pluss avstand fra solsystemet for en del stjerner er gitt i følgende tabell:

Stjerne	Vinkel-diameter (")	Avstand(parsec)
Aldebaran	0.020	21
Antares	0.040	150
Arcturus	0.020	11
Betelgeuse	0.042	150
Mira	0.056	70
Ras Algeti	0.030	150
Scheat	0.021	50

Hva blir lineær diameter (i AU) for stjernene, og hvilke stjerner er større enn jordas bane rundt sola? Er noen stjerner større enn Mars' bane eller Jupiters bane rundt sola?

- f) Hva er avstanden til sola målt i parsec? Solas apparente lysstyrke tilsvarer en størrelsesklasse

$$m = -26.5.$$

Hva er solas absolutte størrelsesklasse M?

- g) Innenfor en avstand lik 5 parsec fra oss finner vi stjerner som har absolutt størrelse mellom +1.4 (Sirius) og +16.8. Ville noen av disse stjernene være synlige for bare øyet hvis vi flyttet dem ut til en avstand lik 100 parsec fra oss?

Oppgitt:

Gravitasjonskonstanten: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ sek}^{-2}$,

Rydbergs konstant: $R = 109678 \text{ cm}^{-1}$,

1 parsec = 3.26 lysår = 206265 AU,

Mars' baneradius: $r_m = 1.52 \text{ AU}$,

Jupiters baneradius: $r_j = 5.20 \text{ AU}$.

Oppgave 3

- a) Hvilken overflatetemperatur har 5 stjerner, der bølgelengden for maksimal utstråling er observert til å være lik $0.5 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$, $2.9 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$, $6 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$, $12 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$ og $15 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$? Hvilke spektral-klasser (etter Harvard-systemet) vil disse stjernene sannsynligvis tilhøre?
- b) En stjerne har en masse lik 10^{33} g og en luminositet lik $4 \cdot 10^{32} \text{ erg/sek}$. Hvor lenge kan stjerna da stråle med denne luminositeten, dvs. hvor lenge kan stjerna oppholde seg på hovedserien i et Hertzsprung-Russell-diagram, hvis stjerna består av 100 % hydrogen og all hydrogen transformeres til helium?
- c) En stjerne har en egenbevegelse gitt ved en tangentialhastighet lik $3.0'' \text{ pr. år}$, en trigonometrisk parallaks-effekt lik $0.474''$ og en radialhastighet lik 40 km/sek . Hva er stjernas romhastighet?

- d) Den store halvakse i relativbevegelsen for dobbeltstjernen ξ Ursa Majoris tilsvarer en synsvinkel (buelengde) lik $2.5''$, og dobbeltstjernens trigonometriske parallaks er lik $0.127''$. Hva er dobbeltstjernens totale masse (målt i sol-masser $M_{\odot}$), når perioden er lik 60 år?
- e) Hvorfor kan vi ikke kartlegge Melkeveiens spiralstruktur i retningen mot eller fra det galaktiske senteret, med radiobølger med 21 cm bølgelengde? Hvorfor kan vi derimot kartlegge spiralstrukturen i en retning normalt retningen mot galakse-senteret?
- f) Vi antar at galaktiske kulehoper har baner rundt Melkeveiens sentrum med stor eksentrisitet $\varepsilon \approx 1$.
Hva er perioden for en slik kulehop, når maksimal avstand fra Melkeveiens sentrum er lik 10^4 parsec og Melkeveiens masse er lik $10^{11} M_{\odot}$?
- g) En kvasar (OH 471) observeres med en rødforskyvning lik $z = (\Delta\lambda) / \lambda = 3.53$.
Hvilken radial-hastighet tilsvarer denne rødforskyvningen, hvis vi antar at den skyldes en Doppler-effekt?

Oppgitt:

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

Protonets masse: $m_p = 1.6725 \cdot 10^{-24} \text{ g}$.

Helium-kjernens masse: $m_{\text{He}} = 6.642 \cdot 10^{-24} \text{ g}$.

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.