

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk–naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i AST101 — Grunnkurs i astronomi

Eksamensdag: Onsdag 14. mai, 2003

Tid for eksamen: 09.00 – 15.00

Oppgavesettet er på 5 sider

Vedlegg: Ingen

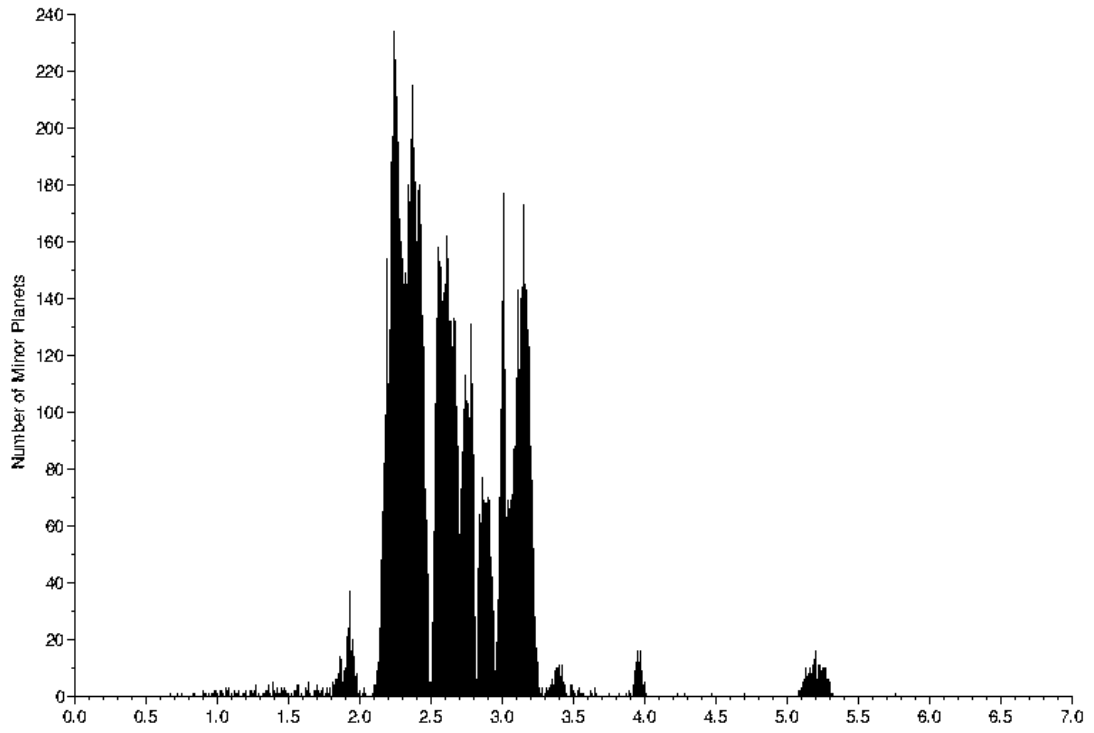
Tillatte hjelpemidler: Ingen – kalkulator er ikke nødvendig

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

Alle spørsmål skal besvares. De fire gruppene av spørsmål, oppgavene 1, 2, 3 og 4, teller likt ved bedømmelsen. Besvarelsen må være bestått for tre av de fire oppgavene. Gi gjerne forholdsvis korte svar på alle delspørsmål.

1. Asteroider, meteorer og kometer

- a) Omtrent hvor store er asteroidene og hvor mange er de? Hva består de av?
- b) De fleste asteroidene finner vi i asteroidebeltet mellom 2 og 3.5 AU fra sola. Figur 1 (se neste side) viser hvordan tettheten av asteroider varierer med avstanden fra sola. På en rekke steder, de så kalte Kirkwoodgapene, har vi få asteroider. Hva er forklaringen på dette? Omtal kort de asteroidene vi finner utenom asteroidebeltene?
- c) Nevn noen måter vi kan studere asteroider på for å lære om deres fasong, rotasjonsperiode og overflate.
- d) Man regner idag med at de fleste store asteroider kan ha kollidert med andre asteroider. Hva slags observerte virkninger har slike kollisjoner hatt som har ført til at man mener dette?
- e) En meteor er et kortvarig lysfenomen på himmelen, en lysende stripe som forsvinner i løpet av et eller noen få sekunder. Hva forårsaker dette lysfenomenet?



Figur 1: Fordeling av asteroider i asteroidebeltet



Figur 2: Polert og syrebehandlet overflate av metall-meteoritt viser Widmanstätten-mønster.

- f) Hva er en meteorsverm? Beskriv og forklar hvordan den kan arte seg som himmelfenomen. Hva er forbindelsen mellom meteorsvermer og kometer?
- g) Store meteorer kan nå bakken. Da kalles de gjerne meteoritter. I meteoritter av rent metall kan vi kalle frem Widmanstätten-mønstre, se figur 2 på foregående side. Hvordan dannes Widmanstätten-mønstrene og hva forteller de om hvordan asteroider kan være bygget opp og har utviklet seg. Hva innebærer forklaringen om relasjonen mellom asteroider og meteoritter?
- h) Kometer klassifiseres gjerne i to grupper: mellom- og kortperiodiske kometer og langperiodiske kometer. Beskriv forskjellen mellom disse gruppene, særlig med hensyn til omløpstid rundt sola, største avstand fra sola, orientering av baneplanene, og opprinnelsessted i solsystemet. (Hint: husk Oort skya og Kuiper beltet.)
- i) Kometer består av en kjerne (nucleus), et hode (coma) og to eller oftest flere haler. Hvordan er kjernen bygd opp? Har kometene hode og haler når de er langt borte fra sola? Forklar hvorfor kometer har haler og beskriv og forklar formen på halene. Hvordan utvikler halene seg når kometen kommer inn gjennom solsystemet, svinger rundt sola og går ut igjen? Tegn gjerne en skisse av komet-halene slik de ser ut når kometen er henholdsvis på vei inn og på vei ut fra sola.

2. Stjerners liv og utvikling

- a) Tegn Hertzsprung-Russell diagrammet. Sett korrekte akser på diagrammet og tegn inn og merk av hvor de forskjellige klasser av stjerner befinner seg, inkludert hvite dverger. Plasser sola i diagrammet.
- b) Stjernene lever den lengste delen av sine liv på hovedserien. Hvilken prosess eller prosesser skaper energien som stjernene stråler ut mens de er på hovedserien.
- c) Hvilke faktorer bestemmer stjernenes levetid på hovedserien?
- d) Hvorfor tilbringer massive stjerner kortere tid på hovedserien enn de med mindre masse selv om de massive stjernene har mer "drivstoff"?
- e) Før de ankommer hovedserien kalles stjernene *protostjerner*. Hvor dannes protostjernene og hvorfor er det vanskelig å observere dem direkte? Hva er energikilden som varmer opp en stjerne i denne livsfasen? Hva betegner avslutningen av protostjerne-fasen?

- f) Hva skjer med en stjerne som sola, med forholdsvis lav masse, i de første stadier etter at den har forlatt hovedserien? Gi en kort beskrivelse og tegn også solas framtidige utviklingsgang i Hertzsprung-Russell diagrammet.
- g) Hva skjer med en massiv stjerne etter stadiet på hovedserien? Gi en kortfattet beskrivelse. At stjernen er massiv vil her si at den på hovedserien har mer enn 8 solmasser. Hvordan er den indre strukturen i en slik stjerne på et forholdsvis sent utviklingstrinn? (Hint: Fullt utviklet skallbrenning)
- h) Sluttstadiet for sola (og andre stjerner med lav masse) er en hvit dverg. Beskriv dette sluttstadiet. Tegn inn plasseringen av hvite dverger i Hertzsprung-Russell diagrammet.
- i) Hva er sluttstadiet for massive stjerner ($M > 10 - 30M_{Sol}$)?

3. Småspørsmål I – Svar kort på følgende

- a) Hva er ekliptikken?
- b) Hvorfor er det varmere om sommeren enn om vinteren? Angi to faktorer som medvirker til dette.
- c) Skisser spekteret for strålingen fra legemer som sender ut sort stråling (black body radiation) ved 3 forskjellige temperaturer som vi vil betegne som, 'høy', 'middels' og 'lav'. Vis hvordan vi fra spekteret kan finne temperaturen av et legeme som stråler.
- d) Stråler stjerner som sorte legemer (black bodies)? Begrunn svaret.
- e) Jupiter og Saturn sender ut mer stråling enn de mottar fra sola. Hva er forklaringen for Jupiters vedkommende?
- f) Hvordan forklares den ekstra strålingen fra Saturn?
- g) Hva er en nova?
- h) Nevn minst en grunn til at vi tror at en vesentlig del av massen i universet består av stoff vi ikke kan se fordi det angivelig ikke sender ut stråling, så kalt mørk masse (dark matter)?
- i) Skriv opp Hubbles lov og angi størrelsene som inngår i den. Hvordan kan vi bruke Hubbles lov til å anslå universets alder?

4. Småspørsmål II – Svar kort på følgende

- a) Hva forstår vi med parallakse? Hva er forbindelsen mellom parallakse og avstandsmålet parsec? Hvor mange lysår (omtrent) er en parsec?
- b) Angi Keplers tre lover.
- c) På planeten Venus er den gjennomsnittlige temperaturen på overflaten $460\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dette er en høyere temperatur enn vi finner på Merkur, som ligger atskillig nærmere sola. Hva er forklaringen på den høye temperaturen? Hvorfor varierer temperaturen på Venus bare i liten utstrekning mellom dag og nattside, og mellom ekvatorområdene og polene?
- d) Jorda og Venus har begge forholdsvis få kratre etter meteornedslag. På jorda kjenner vi knappe 200 kratre, på Venus kanskje 1000-2000. Overflatene av Merkur og månen, og også av Mars, er derimot preget av stor krater-tetthet. Hva er årsaken er til disse forskjellene? Hva forteller disse forskjellene om alderen til de forskjellige planetoverflatene? Hvilke prosesser fornyer overflatene på jorda og Venus?
- e) Vi vet at strålingen fra en gass øker raskt med temperaturen. Tilnærmet går økningen med fjerde potens av temperaturen (Stefan-Boltzmanns lov). Stjernen Betelgeuse (M2 I) med en temperatur på overflaten på 3500 K , lyser likevel 60000 ganger sterkere enn sola (G2 V) med overflatetemperatur på 5800 K . Hva er forklaringen på dette? Hvordan knyttes forklaringen opp mot klassifikasjonskodene M2 I og G2 V? Forklar kort hva disse kodene betyr.
- f) Tegn en skisse av vår egen galakse og beskriv de forskjellige delene den består av. Hvor i galaksen befinner de henholdsvis eldste og yngste stjernene seg?
- g) Nevn en viktig egenskap som skiller unge og gamle stjerner i Melkeveien.
- h) Den kosmiske bakgrunnsstrålingen har omtrent samme strålingstemperatur i alle retninger, ca 2.73 K . Hvordan ble strålingen opprinnelig dannet og hvorfor er temperaturen nå så lav når den opprinnelig var 3000 K ?