

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: AST1010 - Astronomi - en kosmisk reise

Eksamensdag: Tirsdag 22. mai 2018

Tid for eksamen: 1430-1730

Oppgavesettet er på 2 sider

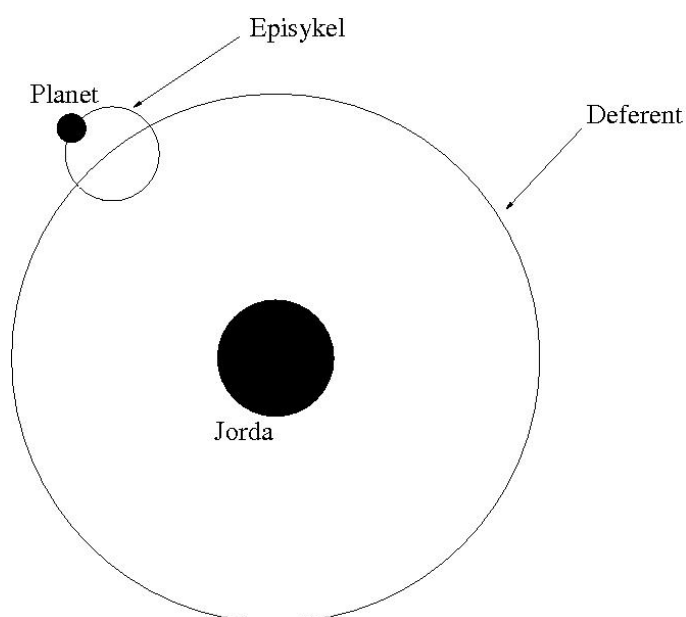
Vedlegg: Ingen

Tillatte hjelpemidler: Ingen

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

Det anbefales å gi korte svar på hvert spørsmål, og å svare på så mange av spørsmålene som mulig. Hvert spørsmål teller likt ved bedømmelsen, men det legges vekt på at besvarelsen demonstrerer en viss kunnskapsbredde. I alle regneoppgaver skal utregningen vises, ikke bare svaret.

1. Hva er en episykel? Forklar én grunn til at de var nødvendige i det geosentriske verdensbildet.



Se figur. Episykler var nødvendige blant annet for å forklare retrograd bevegelse.

2. Forklar hvorfor vi har årstider på jorda.

Det skyldes at jordas rotasjonsakse heller (omtrent 23 grader) med normalen til baneplanet. På den siden som heller inn mot sola, står sola over horisonten i lengre tid og solstrålene heller mindre i forhold til normalen til overflaten enn på den siden som vender vekk. Begge disse faktorene fører til at overflaten blir varmet mer opp på siden som heller inn mot sola. På den siden er det sommer, på motsatt side er det vinter.

3. En eksoplanet går i bane rundt en stjerne som har dobbelt så stor masse som sola. Omløpstiden er 2 år. Hvor lang er store halvakse i planetens bane? (Hint: $k=0.5$.)

Keplers 3. lov: $P^2=ka^3$, der P måles i år og a i AU. Vi setter inn og finner

$$2^2=0.5 * a^3$$

som gir $a^3=8$

det vil si $a = 2$ AU.

4. a) Gi en begrunnet rangering, fra viktigst til minst viktig, av følgende egenskaper ved et teleskop: forstørrelse, oppløsning, lysinnsamlende evne. b) Under ellers like forhold, hvorfor er et teleskop med speildiameter 8 meter bedre enn et med speildiameter 4 meter?
 - a) Den viktigste egenskapen er lysinnsamlende evne, som gjør det mulig å se lyssvake objekter. Dernest kommer oppløsningsevne, som gjør det mulig å skille fra hverandre objekter som står nær hverandre på himmelen. Minst viktig er forstørrelse.
 - b) Lysinnsamlende evne og oppløsningsevne blir bedre jo større speildiameteren er.

5. Oppgi tre grunner til at det er urealistisk å opprette kolonier på Venus.

For eksempel: 1) Gjennomsnittstemperaturen ved overflaten er over 400 grader. 2) Ikke vann i flytende form. 3) Svovelsyreregn som raskt vil ta knekken på både mennesker og utstyr.

6. Hva er de to viktigste faktorene som avgjør om en planet klarer å holde på en atmosfære eller ikke?

Styrken til tyngdefeltet og temperaturen er de to viktigste faktorene. Sterkt tyngdefelt gjør det vanskeligere for atomer og molekyler å slippe vekk fra planeten. Høy temperatur betyr høy gjennomsnittlig fart for atomene og molekylene, og det øker sannsynligheten for at de skal slippe vekk.

7. Hvis en måne skulle komme for nær planeten den går rundt, ville den bli revet i filler. Forklar den fysiske årsaken til dette. Nevn et annet fenomen som har samme årsak.

Årsaken er tidevannskrefter. Tyngdekraften er sterkere på den siden av månen som vender inn mot planeten enn på den som vender vekk, og forskjellen blir større jo nærmere månen er planeten. Er den nær nok, innenfor den såkalte Roche grensen, blir tidevannskreftene sterkere enn kreftene som holder månen sammen.

Eksempel på et annet fenomen med samme årsak: Tidevann (flo og fjære) på jorda.

8. Forklar hvordan sola produserer energi i sitt indre.

Hovedmåten er den såkalte proton-protonkjeden der nettoresultatet er at fire hydrogenkjerner fusjonerer til én heliumkjerne. Heliumkjernen har lavere masse enn de fire hydrogenkjernene, og masseforskjellen blir konvertert til energi i form av stråling (og nøytrinoer) i henhold til $E=mc^2$.

9. Stjerne A og stjerne B har begge 100 ganger solas luminositet. A har overflatetemperatur 4000 K, mens Bs overflatetemperatur er 15 000 K. Hvilken av de to stjernene er en hovedseriestjerne, og hvilken er en rød kjempe? Begrunn svaret.

Røde kjemper har lav overflatetemperatur, men høy luminositet på grunn av stor radius. For hovedseriestjernen øker luminositeten raskt med overflatetemperaturen. Basert på dette er det rimelig å si at A er en rød kjempe, mens B befinner seg på hovedserien.

10. En stjerne har parallaksevinkel lik 0.01 buesekunder. Bestem avstanden.

Sammenhengen mellom avstand og parallaksevinkel er

$$d = 1/p$$

der d måles i parsec (pc) og parallaksevinkelen p måles i buesekunder. Fra opplysningen i oppgaven finner vi da at

$$d = 1/0.01 = 100 \text{ pc}$$

11. En stjerne har dobbelt så høy overflatetemperatur som solen. a) Ved hvilken bølgelengde stråler stjerna sterkest, målt i forhold til bølgelengden der sollyset har sitt intensitetsmaksimum? b) Hvor mye større effekt pr. areal stråler stjerna ut, igjen målt i forhold til sola?

a) Wiens lov sier at

$$\lambda_{\text{maks}} = b / T$$

der b er en konstant. Da ser vi at dersom vi dobler temperaturen, halveres bølgelengden for intensitetsmaksium.

b) Stefan-Boltzmanns lov sier at utstrålt effekt pr. areal, F, er gitt ved

$$F = \sigma T^4$$

der σ er en konstant. Dobler vi temperaturen, øker derfor F med en faktor $2^4 = 16$.

12. Påstand: ”Hvis sola ble til et sort hull, ville jordas bane forbli den samme.” Er påstanden riktig eller gal? Begrunn svaret.

Påstanden er riktig. Langt utenfor Schwarzschildradiusen er tyngdefeltet rundt et sort hull det samme som fra en stjerne med samme masse. Solas Schwarzschildradius er 3 km, mens jorda befinner seg 150 millioner kilometer unna, så det er all grunn til å forvente at jordas bane vil forbli den samme.

13. Du observerer en stjerne og legger merke til at den har et spektrum som skifter regelmessig mellom å være rødforskjøvet og blåforskjøvet. Hva kan dette skyldes? Begrunn svaret.

Regelmessig skifte mellom blå- og rødforskyvning viser at stjerna av og til er på vei mot oss, og av og til på vei vekk fra oss. Det kan forklares ved at stjerna beveger seg i en sirkel- eller ellipsebane, og det kan for eksempel skyldes at den er i et dobbeltstjernesystem, eller at den har en eksoplanet i bane rundt seg.

14. Hva er den kosmiske bakgrunnsstrålingen? Hva slags spektrum har den? Hva slags spektrum skulle den ha i følge Big Bang-modellen?

Den kosmiske bakgrunnsstrålingen oppsto i det tidlige univers, og observeres i dag som en jevn stråling i mikrobølgeområdet som kommer til oss fra alle retninger. I følge Big Bang-modellen skal bakgrunnsstrålingen være sort stråling og ha et spektrum som bare avhenger av temperaturen. Målinger bekrefter dette: den følger et sort legeme-spektrum som svarer til en temperatur på omtrent 2.7 K.

15. Hvorfor kan ikke mørk materie og mørk energi være det samme stoffet?

Mørk materie innføres blant annet for å forklare rotasjonskurvene til spiralgalakser, og den har samme tyngdekraft som ”vanlig” materie: den er tiltrekkende. Mørk energi trenger vi for å forklare universets akselererende ekspansjon, og den må sette opp frastøtende tyngdekrefter. Mørk materie og mørk energi kan derfor ikke være det samme stoffet.