



Norsk Astronomiolympiade

Oppgavesett (og Løsning) runde 1

skoleåret 2019/2020

Dag: valgfri dag i uke 45-46 (04. – 17. november 2019)

Hjelpemidler: Kalkulator, skrivesaker og konstanter og formler oppgitt nedenfor

Tid: 90 minutter

Oppgavesettet består av flervalgsoppgaver. Det er oppgitt fire mulige svar for hver oppgave - A, B, C og D. Kryss av bokstaven med det svaret du mener er riktig på svararket bakerst. Kun ett svaralternativ er rett for hver oppgave og alle spørsmål teller like mye. Ved avkrysning av mer enn ett alternativ på samme spørsmål gis 0 poeng. Det gis ikke negative poeng ved feil svar.

Oppgavesettet har 7 sider, og det er 25 oppgaver.

Lykke til!

Konstanter og formler

- 1 parsec (pc) ≈ 3.26 lysår
- Newtons gravitasjonslov: $F_G = GmM/r^2$, $G \approx 6.67 \cdot 10^{-11}$ m³/kg/s²
- Wiens forskyvningslov: $\lambda_{max} = b/T$, $b \approx 2.9 \cdot 10^6$ nm·K
- Stefan-Boltzmanns lov: $F = \sigma T^4$, $\sigma \approx 5.67 \cdot 10^{-8}$ W/m²/K⁴
- Tilsynelatende størrelsesklasse: $m = -2.5 \log(F/F_0)$
- Hubbles lov: $v = H_0 d$, $H_0 \approx 73$ km/s/Mpc

1. Hvilken av disse planetene er ikke omgitt av ringer?

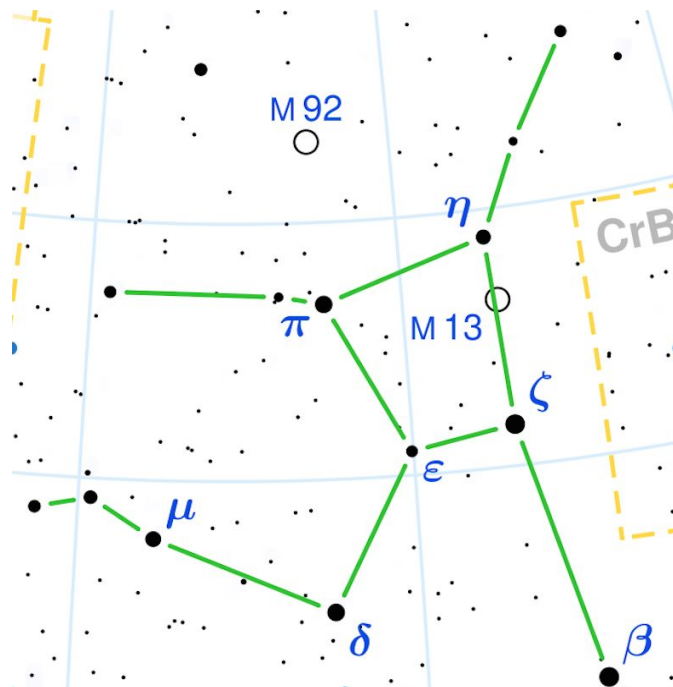
- A. Mars
- B. Jupiter
- C. Uranus
- D. Neptun

2. Hvilket av disse objektene ligger lengst unna oss?

- A. Pluto
- B. Orientåken
- C. Pleiadene
- D. Andromedagalaksen

3. Hva heter dette stjernebildet?

- A. Karlvogna
- B. Kassiopeia
- C. Herkules
- D. Orion



4. Hvor lang er et døgn på månen? (for eksempel fra soloppgang til soloppgang)

- A. 29 jorddøgn
- B. Omtrent 18 år
- C. 24 timer
- D. Ett år

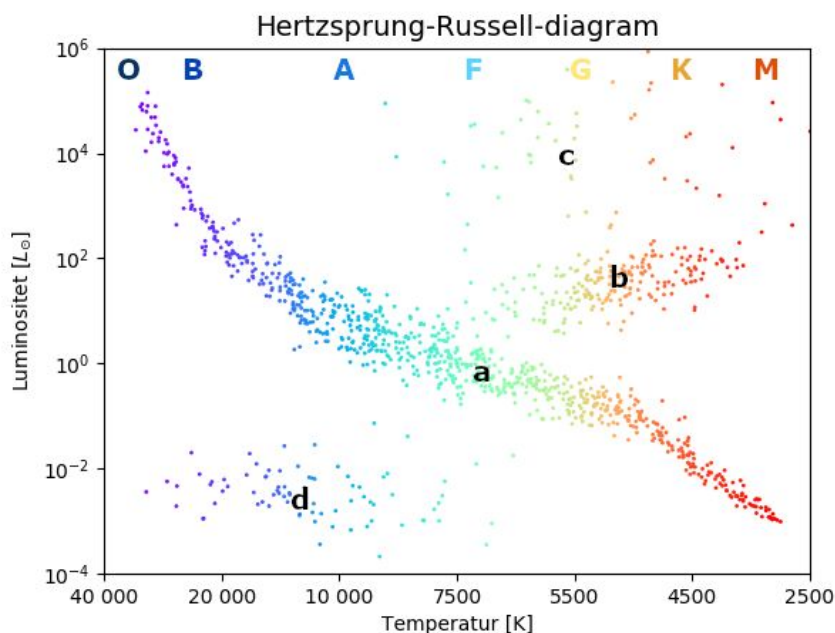
Månen har alltid samme side mot jorda som følge av tidekrefter. Dermed varer et døgn på månen (en full rotasjon) i en måned, som er 29 jorddøgn.

5. Hva er ikke elektromagnetisk stråling?
- A. Varmestråling
 - B. Nøytrinoer**
 - C. Månelys
 - D. Mikrobølgestråling
6. Hva er den viktigste grunnen til at jordskorpa har mange færre meteorkratre enn månens overflate?
- A. Månen ble dannet et annet sted i solsystemet med flere meteorider, og ble senere fanget opp av jorda.
 - B. Månen sluttet å være geologisk aktiv for milliarder av år siden, og har derfor ikke hatt platetektonikk til å fornye overflaten.**
 - C. Jorda er hovedsakelig dekket av hav, som hindrer kratre i å dannes.
 - D. Månen fanger opp mange av meteoridene som ellers ville truffet jorda.
7. Hvilke(n) månefase(r) fører til kraftigst flo og fjære?
- A. Både fullmåne og nymåne**
 - B. Bare fullmåne
 - C. Bare nymåne
 - D. Bare minkende halvmåne

Flo (høyvann) og fjære (lavvann) skyldes tidekreftene på havet fra månen og sola. Månen har den sterkeste effekten. Flo forekommer på siden av jorden som vender mot månen, fordi denne siden opplever en sterkere tyngdekraft fra månen enn det jorda som helhet gjør. Men vi får også flo på motsatt side, fordi denne siden opplever en svakere tyngdekraft fra månen enn det jorda som helhet gjør. På de to sidene vinkelrett på retningen til månen får vi fjære. Ved både fullmåne og nymåne står månen og sola på linje, og da vil tidevannseffekten fra månen og sola forsterke hverandre.

8. Hvilken av de følgende alternativene er ikke generelle forskjeller på en planet og en stjerne?
- A. Stjerner lyser på grunn av fusjon, planeter reflekterer lys fra stjerner
 - B. Planeter er mer lyssvake enn stjerner
 - C. Alle planeter er laget av stein og stjerner er laget av gass**
 - D. Planeter går i bane rundt stjerner, mens stjerner går i bane rundt galaksesenteret

9. Hva er rett rekkefølge sortert etter stigende bølgelengde?
- Mikrobølge, gamma, røntgen, infrarødt, synlig lys, ultrafiolett, radio
 - Synlig lys, gamma, ultrafiolett, infrarødt, røntgen, mikrobølge, radio
 - Gamma, røntgen, ultrafiolett, synlig lys, infrarød, mikrobølge, radio**
 - Radio, mikrobølge, infrarødt, synlig lys, ultrafiolett, røntgen, gamma
10. Galileo gjorde alle de følgende fire observasjoner. Hvilken av dem ga direkte bevis for at en planet går i bane rundt sola?
- Melkeveien består av mange individuelle stjerner
 - Jupiters fire store måner
 - Skyggemønstre i overgangen mellom månens nattside og dagside
 - D. Fasene til Venus**
11. Hva er den kosmiske bakgrunnsstrålingen?
- Det som får universet til å utvide seg i økende tempo
 - B. Elektromagnetisk stråling som stammer fra 380.000 år etter Big Bang, da universet fikk lav nok temperatur til å danne nøytrale atomer**
 - Elektromagnetisk stråling med høy energi fra inflasjonsfasen i Big Bang
 - Et bilde av universet sett fra teleskoper i bane rundt jorda
12. Hva er navnene på de indikerte områdene av Hertzsprung-Russell-diagrammet nedenfor?
- A. a: hovedserien, b: røde kjemper, c: superkjemper, d: hvite dverger**
 - a: hovedserien, b: brune dverger, c: røde kjemper, d: hvite dverger
 - a: protostjerner, b: hovedserien, c: supernovaer, d: sorte hull
 - a: hovedserien, b: røde kjemper, c: hvite kjemper, d: variable stjerner



13. Hvordan vil sola utvikle seg videre når den ender livet på hovedserien?

- A. Den eksploderer i en supernovaeksplosjon
- B. Den blir til en rød superkjempe og så til et sort hull
- C. Den blir til en rød kjempe og så til en hvit dverg**
- D. Den blir til en nøytronstjerne

14. Er det O-stjerner eller G-stjerner som bruker kortest tid på å fusjonere all hydrogen i kjernen til helium?

- A. O-stjerner, fordi de har mindre masse og dermed mindre hydrogen tilgjengelig.
- B. O-stjerner, fordi de har høyere temperatur i kjernen og dermed mer effektiv fusjon.**
- C. G-stjerner, fordi de har mindre masse og dermed mindre hydrogen tilgjengelig.
- D. G-stjerner, fordi de har høyere temperatur i kjernen og dermed mer effektiv fusjon.

Selv om O-stjerner har større masse enn G-stjerner og dermed mer hydrogen tilgjengelig, veies dette mer enn opp for av den høyere kjernetemperaturen som gir mye mer effektiv fusjon.

15. Den tilsynelatende størrelsesorden m til en stjerne er avhengig av forholdet mellom fluksen (innstrålingstettheten) F vi mottar fra stjerna og en referansefluks F_0 (se formeloversikt). Den observerte fluksen fra Vega ble tidligere brukt som referansefluks F_0 , slik at Vega per definisjon hadde $m = 0$. Hva blir den tilsynelatende størrelsesordenen til en stjerne som er 10 ganger så langt unna oss som Vega men med 1000 ganger så stor luminositet?

- A. 2.5
- B. 1
- C. 0
- D. -2.5**

Siden fluksen fra en stjerne avtar kvadratisk med avstanden fra stjerna vil en tidobling av avstanden føre til en 100 ganger mindre fluks, mens en 1000 ganger større luminositet vil føre til en 1000 ganger større fluks. Tilsammen gir dette en fluks som er 10 ganger så stor som Vegas, og fra formelen for tilsynelatende størrelsesklasse får vi $m = -2.5 \log(F/F_0) = -2.5 \log(10) = -2.5$.

16. Den absolutte størrelsesklassen M til en stjerne er definert som den tilsynelatende størrelsesklassen m sett fra en avstand på 10 parsec. Hva er avstanden til en

stjerne som har $m = 2.85$ og $M = -2.15$? (Hint: Benytt definisjonen av tilsynelatende størrelsesklasse)

- A. 5 parsec
- B. 10 parsec
- C. 50 parsec
- D. 100 parsec**

Fra definisjonen av tilsynelatende og absolutt størrelsesklasse har vi $m = -2.5 \log(F/F_0) = 2.85$ og $M = -2.5 \log(F_{10 pc}/F_0) = -2.15$, der $F_{10 pc}$ er fluksen fra stjernen ved en avstand på 10 parsec. Ved å trekke den ene formelen fra den andre får vi at $m - M = -2.5 \log(F/F_0) + 2.5 \log(F_{10 pc}/F_0) = 2.5 \log(F_{10 pc}/F)$. Siden fluksen fra en stjerne er invers proporsjonal med avstanden den måles fra må $F_{10 pc}/F = (10 pc)^{-2}/d^{-2} = (d/10 pc)^2$, der d er avstanden til stjerna. Dermed får vi $m - M = 2.5 \log((d/10 pc)^2) = 5 \log(d/10 pc)$, som vil si at $d = 10 pc \cdot 10^{(m-M)/5} = 10 pc \cdot 10 = 100 pc$.

17. Sola har en overflatetemperatur på ca. 5800 K, og har høyest utstråling for bølgelengder rundt ca. 500 nm. Stjernen Alnitak i Orions belte har høyest utstråling for bølgelengder rundt ca. 100 nm. Hva er overflatetemperaturen til Alnitak?

- A. 29000 K**
- B. 11600 K
- C. 2900 K
- D. 1160 K

Fra Wiens forskyvningslov er overflatetemperaturen til et sort legeme invers proporsjonal med bølgelengden med høyest utstråling. Når vi reduserer denne bølgelengden med en faktor 5 må dermed temperaturen øke med en faktor 5, som gir 29000 K.

18. Dersom en stjerne med en parallaksevinkel på $1/3600$ grad er 1 parsec unna, hvor langt unna er en stjerne med en parallaksevinkel på $1/7200$ grad?

- A. 0.5 parsec
- B. 1 parsec
- C. 2 parsec**
- D. 5 parsec

Avstanden til en stjerne er invers proporsjonal med parallaksevinkelen vi måler for stjerna. Når vi halverer vinkelen må derfor avstanden doubles, som gir 2 parsec.

19. Dersom vi krymper sola mens massen er uendret, hva vil skje med solas rotasjon?

- A. Rotasjonshastigheten vil ikke endres
- B. Solas vil rotere saktere
- C. Solas vinkelutstrekning på himmelen ville vært konstant
- D. Sola vil rotere raskere enn den gjør nå**

Spinnet til et objekt alltid er bevart når det ikke virker noe ytre dreiemoment (roterende krefter). For at spinnet til sola skal bevares når radien minker må rotasjonshastigheten øke.

20. Ranger følgende fire objekter etter deres radius, fra minst til størst:

- Sola
 - En hvit dvergstjerne med 1,4 ganger solas masse
 - En nøytronstjerne med to ganger solas masse
 - Et sort hull med 10 ganger solas masse
- A. Sola - nøytronstjerne - hvit dvergstjerne - sort hull
 - B. sort hull - Sola - hvit dvergstjerne - nøytronstjerne
 - C. sort hull - nøytronstjerne - hvit dvergstjerne - Sola**
 - D. Sola - hvit dvergstjerne - nøytronstjerne - sort hull

21. To lyskilder, A og B, sender ut like mye lys i alle retninger. De er plassert i henholdsvis avstand r og $2r$ fra en detektor som måler samme lysstyrke fra begge lyskildene ($F_A/F_B = 1$). Hvis A flyttes til avstanden $2r$ og B flyttes til avstanden $3r$, hva blir det nye forholdet mellom F_A og F_B ? (F_A/F_B)

- A. $2/3$
- B. $9/16$**
- C. $4/9$
- D. $3/4$

Det at vi måler like stor fluks fra kildene når A har avstand r og B har avstand $2r$, må bety at luminositeten til B er 4 ganger større enn luminositeten til A, siden fluks avtar med kvadratet av avstanden. Det nye forholdet mellom fluksene må da bli $(1/2^2)/(4/3^2) = 9/16$.

22. Et vilkårlig sted i universet vil sannsynligvis motta en mengde lys som er

- A. Mye større enn dagslys på jorda
- B. Omtrent likt som dagslys på jorda
- C. Omtrent likt som måneskinn på jorda
- D. Mye mindre enn lyset fra stjernehimmelen på jorda**

23. En stjerne med temperatur 10000K sender ut mest stråling med bølgelengde

- A. $3 \cdot 10^2$ nm
- B. $3 \cdot 10^4$ nm
- C. $3 \cdot 10^6$ nm
- D. $3 \cdot 10^{10}$ nm

Wiens forskyvningslov gir $\lambda_{max} = b/T = (2.9 \cdot 10^6 \text{ nm} \cdot \text{K}) / (10000 \text{ K}) \approx 300 \text{ nm}$.

24. En galakse beveger seg med en hastighet på 3000 km/s vekk fra oss. Hvor langt unna ligger galaksen? (Mpc = Megaparsec)

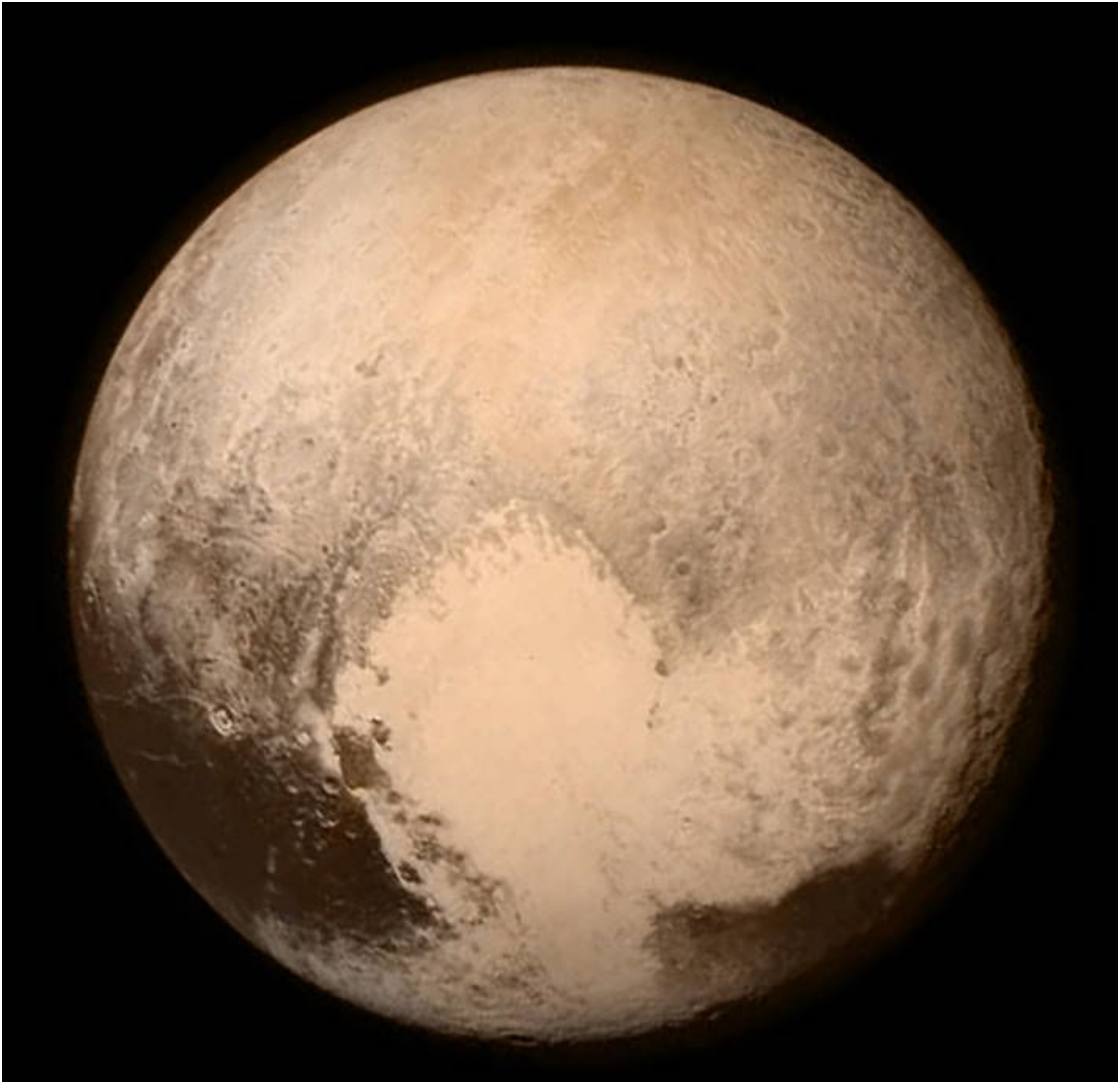
- A. 7 Mpc
- B. 22 Mpc
- C. 41 Mpc
- D. 730 Mpc

Hubbles lov gir $d = v/H_0 = (3000 \text{ km/s}) / (73 \text{ km/s/Mpc}) \approx 41 \text{ Mpc}$.

25. På vei fra Jupiter til Pluto hadde New Horizon-sonden en hastighet på 23 km/s. Hva måtte akselerasjonen til New Horizon vært hvis den skulle ha stoppet da den nådde Pluto? Anta at New Horizon skulle brukt 10 døgn på nedbremsingen. Du kan se bort ifra gravitasjonskrefter på sonden.

- A. $-2.66 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$
- B. $-2.66 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$
- C. -37.6 m/s^2
- D. $-3.76 \cdot 10^4 \text{ m/s}^2$

Sondens akselerasjon a skal gi en hastighetsforandring på -23 km/s iløpet av 10 døgn, som betyr at $a = (-23 \text{ km/s}) / (10 \text{ døgn}) = (-23000 \text{ m/s}) / (10 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s}) \approx -2.66 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}^2$.



Bilde av Pluto tatt av New Horizon. (*Credit: NASA/APL/SwRI*)