



Norsk Olympiade i Astronomi og Astrofysikk

Oppgavesett (og Løsning) runde 2

Skoleåret 2023/2024

Dag: valgfri dag i uke 4 (22. – 26. januar 2024)

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 avkryssning av mer enn ett alternativ på samme spørsmål gis 0 poeng. Det gis ikke negative poeng ved feil svar.

Oppgavesettet har 12 sider, og det er 20 oppgaver.

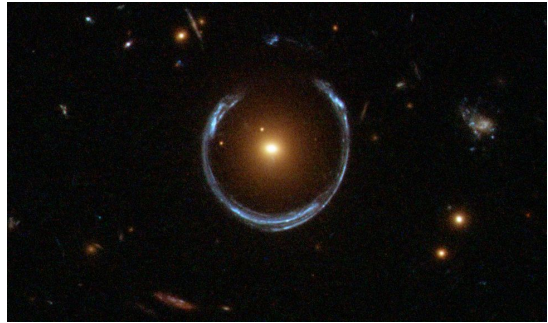
Lykke til!

Konstanter og formler

- 1 parsec (pc) \approx 3,26 lysår
- Newtons gravitasjonslov: $F_G = G mM/r^2$, $G \approx 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3/\text{kg/s}^2$
- Wiens forskyvningslov: $\lambda_{\text{max}} = b/T$, $b \approx 2.9 \cdot 10^6 \text{ nm} \cdot \text{K}$
- Stefan-Boltzmanns lov: $F = \sigma T^4$, $\sigma \approx 5.67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2/\text{K}^4$
- Tilsynelatende størrelsesklasse: $m = -2.5 \log(F/F_0)$
- Hubbles lov: $v = H_0 d$, $H_0 \approx 73 \text{ km/s/Mpc}$
- Dopplerformelen: $v/c = (\lambda - \lambda_0) / \lambda_0$
- Rayleigh-kriteriet: $= 1.22 \cdot \lambda/D$ radianer
- Lyshastigheten $c = 299792458 \text{ m/s}$

1) Hva er vist på bildet?

- a) En eksoplanet med et støvete spor som går i bane rundt en fjern stjerne i et annet solsystem.
- b) Asteroidebeltet i Solsystemet sett fra det fjerne romfartøyet "Voyager".
- c) En forgrunns galakse som bøyer og fokuserer lyset fra en bakgrunns galakse.**
- d) Et supermassivt svart hull omringet av sin hendelseshorisont.



Løsning: c)

2) Polstjerna har en fiksert posisjon på nattehimmelen fordi...

- a) Jorda har null hastighet i forhold til Polstjerna.
- b) Jorda ligger på Polstjernas rotasjonsakse.
- c) Jorda og Polstjerna har den samme hastigheten i Melkeveien.
- d) Polstjerna ligger på Jordas rotasjonsakse.**

Løsning: d)

3) Hva kan man bruke dopplereffekten til?

- a) Måle radialhastigheten til en stjerne eller astronomisk legeme.**
- b) Måle mengden støv i en galakse.
- c) Finne vann på Mars.
- d) Forutsi solformørkelser.

Løsning: a)

4) Hvor i Månens elliptiske bane rundt Jorda er dens hastighet lavest?

- a) Apogé (jordfjerne)**
- b) Perigé (jordnære)
- c) Fokuspunktet
- d) Lagrangepunktet L3

Løsning: a)

5) I Sol-Jord systemet finnes det fem såkalte «lagrangepunkter». Hva er de for noe?

- a) Områder i rommet mellom Sola og Jorda der mest romstøv samles.
- b) Mulige steder Månen kan befinne seg i når det er en total solformørkelse.
- c) **Likevektspunkter der gravitasjonskreftene fra Sola og Jorda til sammen gjør ethvert lite legeme sitt bane omkring disse punktene stabil eller kvasistabil.**
- d) De fem punktene man trenger for å beskrive Jordas elliptiske bane rundt Sola.

Løsning: c)

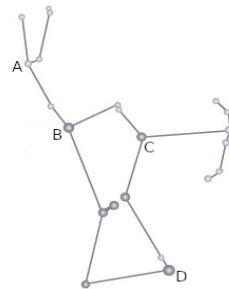
6) Planetene som er lengre unna Sola går i tilnærmede sirkelbaner og har ...

- a) høyere banehastigheter i forhold til de som ligger nærmere Sola.
- b) **lavere banehastigheter i forhold til de som ligger nærmere Sola.**
- c) den samme banehastigheten som de som ligger nærmere Sola.
- d) banehastigheter som ikke følger et bestemt mønster

Løsning: b)

7) På den følgende illustrasjonen av stjernebildet Orion, hvilken av de markerte stjernene er Betelgeuse og hvilken er Rigel?

- a) B er Rigel, C er Betelgeuse
- b) A er Rigel, D er Betelgeuse
- c) C er Rigel, A er Betelgeuse
- d) **D er Rigel, B er Betelgeuse**

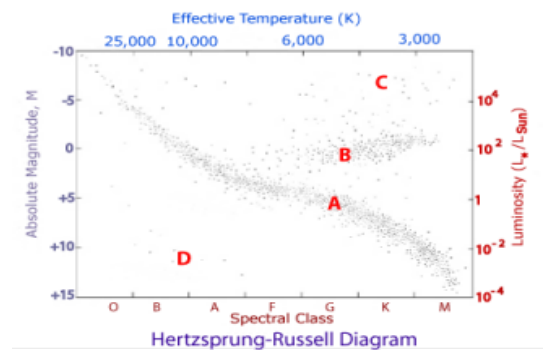


Løsning: d)

8) Hvor i HR-diagrammet nedenfor kan man finne Betelgeuse?

- a) A - hovedserien
- b) B - røde kjemper
- c) **C - superkjemper**
- d) D - hvite dverger

Løsning: c)



9) Vi har estimert Betelgeuses radius til å være 900 ganger større enn Solas og dens luminositet til å være 126000 større enn Solas. Finn Betelgeuses overflatetemperatur gitt at Sola sin er på 5778K.

- a) ~1500 K
- b) ~3700 K**
- c) ~5778 K
- d) ~9200 K

Løsning: b)

10) Hvilken av disse kan sies å være en standardlyskilde, altså et objekt som vi kjenner lysstyrken til og kan dermed bruke det for å beregne kosmiske avstander?

- a) Kefeidestjerner**
- b) Spiralgalakser
- c) Svarte hull
- d) Kometer

Løsning: a)

11) Hvis lyset fra et varmt ugjennomsiktig legeme passerer gjennom en kaldere tynn gass, vil man kunne se følgende i det observerte spektret:

- a) smale mørke linjer på en lys bakgrunn.**
- b) smale lyse linjer på en mørk bakgrunn.
- c) fullstendig mørke, siden gassen absorberer alt lys som kommer fra kilden.
- d) brede emisjonslinjer.

Løsning: a)

12) Bildet under er en simulering av en nyoppdaget supernova i en av spiralarmene til galaksen Messier 81. Supernovaen er bare synlig i bildet øverst til høyre. Bildet øverst til venstre er et referansebilde uten supernovaen. Din oppgave er å identifisere supernovaen og estimere dens tilsynelatende størrelsesklasse. Du bør bruke sammenlikningsstjernene markert med bokstaver på kartet under. Sammenlikningsstjernene sine tilsynelatende størrelsesklasser er gitt under, der stjerne A er sterkest og stjerne G er svakest.

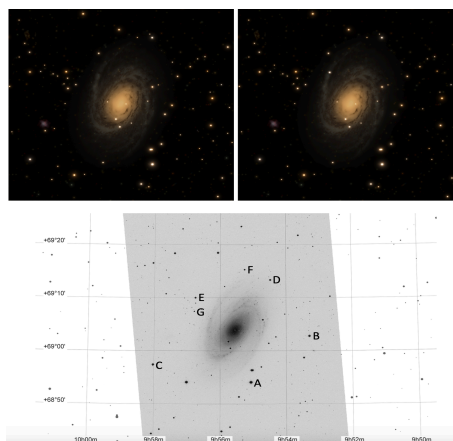
- A= 9,16
- B=10,08
- C=10,20
- D=11,07
- E=11,45
- F=12,04

$$G=12,73$$

Hva er supernovaens tilsynelatende størrelsesklasse?

- a) 9,20
- b) **10,20**
- c) 12,20
- d) 13,20

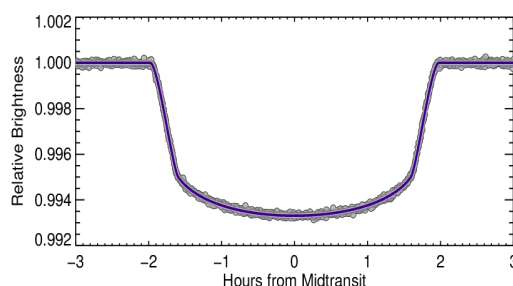
Løsning: b)



13) Mens en eksoplanet passerer direkte mellom sin stjerne og oss, faller stjernas lysstyrke (relativt til dens verdi før og etter passeringen) som vist på grafen under. Hva er eksoplanetens radius r uttrykt ved stjernas radius R ?

- a) $r = 0,00004 R$
- b) $r = 0,006 R$
- c) **$r = 0,08 R$**
- d) $r = 0,3 R$

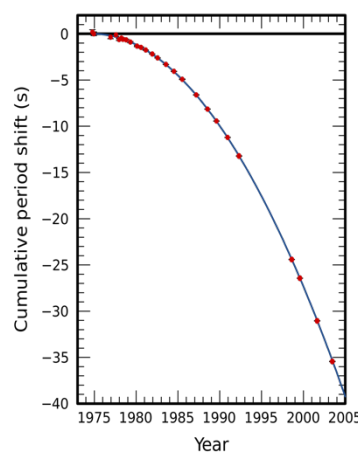
Løsning: c)



14) PSR B1913+16 er et dobbeltstjernesystem som består av to nøytronstjerner som hver har masse på omtrent $1,4 M_{\text{Sol}}$. Hver komponent går i bane omkring et felles massesenter med en omløpstid på 7,75 timer. En av nøytronstjernene er en pulsar, og ved å måle de systematiske endringene i ankomsttiden til dens pulser i løpet av en omløpsperiode, kan man gjøre ekstremt presise målinger av dens banebevegelse. De røde prikkene på grafen under viser den målte endringen i omløpstiden over et tidsspenn på nesten 30 år. Hva er det som forårsaker denne endringen?

- a) Stjerneskjelv på nøytronstjernene minsker deres treghetsmoment som øker deres rotasjonsfrekvens som igjen fører til at banehastighetene senkes på grunn av at den totale dreieimpulsen (spinnet) er bevart i systemet.
- b) **Omløpstiden synker ettersom energi sendes ut fra dobbeltstjernesystemet i form av gravitasjonsbølger med en total effekt på $7,35 \cdot 10^{24}$ Watt, akkurat som forutsagt av Einsteins generelle relativitetsteori.**
- c) En planet som går i bane rundt en av nøytronstjernene forstyrrer banebevegelsene til begge nøytronstjernene.
- d) Massen til en av nøytronstjernene minker som følge av massetap knyttet til kraftige stjernevinder.

Løsning: b)



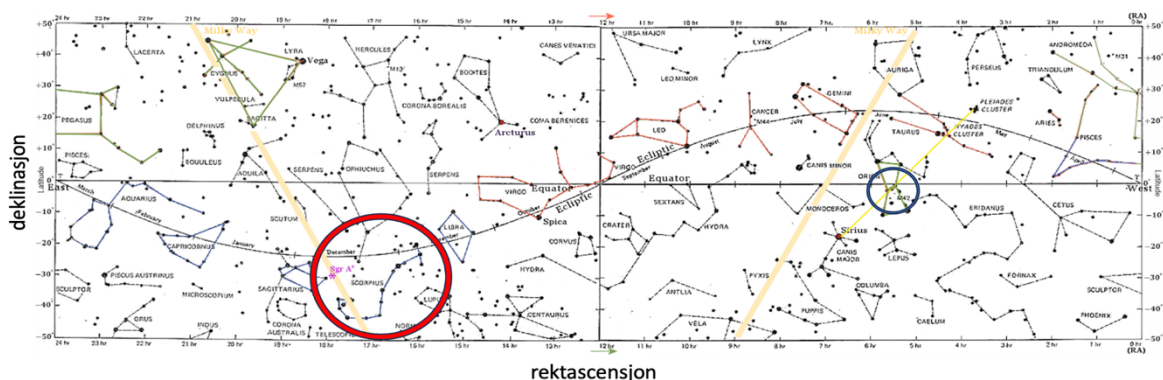
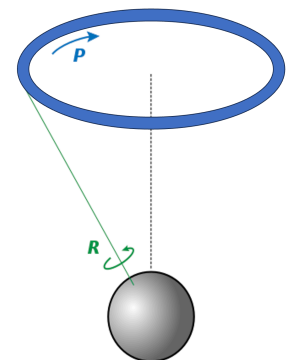
15) Hvor langt unna (i Mpc) er en galakse som har maksimal strålingsintensitet ved 650 nm hvis vi vet at galaksen har det samme spektret som en galakse med 0 hastighet i forhold til Jorda med maksimal strålingsintensitet ved 550 nm?

NB: Du kan få bruk for den relativistiske rødforskyvningen: $z = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} - 1$.

- a) ~70 Mpc
- b) ~350 Mpc
- c) ~700 Mpc
- d) ~7000 Mpc

Løsning: c)

16) Som illustrert på figuren fører jordaksens presesjon (P) til en syklisk endring i orienteringen til Jordas rotasjonsakse (R) med en tilnærmet periode på 26.000 år. Stjernekartet under viser både ekliptikken (buert svart linje) og himmelekvator (horisontal svart strek gjennom midten av kartet) og representerer den nåværende posisjonen til ulike stjernebilder i forhold til himmelekvator.

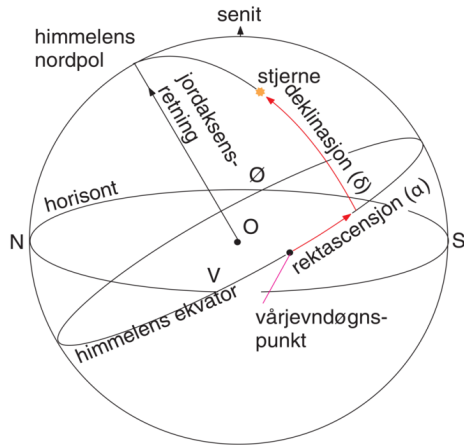


Du bygger en tidsmaskin og stiller den inn slik at den tar deg 13.000 år tilbake i fortiden. Når du ankommer dette tidspunktet, merker du at himmelen er ganske så annerledes i forhold til det du er vant med, selv om breddegraden og lengdegraden du befinner deg på er innenfor det som i dag er Norge. I løpet av det neste året forsøker du å se etter noen gjenkjennbare stjernemønstre og stjernebilder, og da spesielt Orions belte (markert med blå ring på stjernekartet) og Skorpionen (rød ring). Hvilke(t) av disse kunne du ha klart å se?

- a) Både Orions belte og Skorpionen
- b) Verken Orions belte og Skorpionen
- c) Orions belte, men ikke Skorpionen
- d) Skorpionen, men ikke Orions belte

Løsning: d)

17) Listen under gir de 22 lyssterkeste stjernene i rekkefølge ordnet etter lysstyrken. Ved siden av hver stjerne kan du også se stjernebetegnelse, deres egne navn og deres himmelkoordinater (“RA” = Rektascensjon i timer og minutter, “Dec” = Deklinasjon i grader). Figuren nedenfor kan være til hjelp for å vise hva deklinasjon er. Hvor mange av disse stjernene er det mulig å se hvis man befinner seg på samme breddegrad som Mandal (58 grader nord)?



		RA	Dec
Alpha Canis Majoris	Sirius	06 45	-16.7
Alpha Carinae	Canopus	06 24	-52.8
Alpha Centauri	Rigil Kentaurus	14 40	-60.8
Alpha Boötis	Arcturus	14 16	+19.2
Alpha Lyrae	Vega	18 37	+38.8
Alpha Aurigae	Capella	05 17	+46.0
Beta Orionis	Rigel	05 15	-8.2
Alpha Canis Minoris	Procyon	07 39	+5.2
Alpha Eridani	Achernar	01 38	-57.2
Alpha Orionis	Betelgeuse	05 55	+7.4
Beta Centauri	Hadar	14 04	-60.4
Alpha Aquilae	Altair	19 51	+8.9
Alpha Crucis	Acrux	12 27	-63.1
Alpha Tauri	Aldebaran	04 36	+16.5
Alpha Virginis	Spica	13 25	-11.2
Alpha Scorpii	Antares	16 29	-26.4
Beta Geminorum	Pollux	07 45	+28.0
Alpha Piscis Austrini	Fomalhaut	22 58	-29.6
Beta Crucis	Mimosa	12 48	-59.7
Alpha Cygni	Deneb	20 41	+45.3
Alpha Leonis	Regulus	10 08	+12.0
Epsilon Canis Majoris	Adhara	06 59	-29.0

- a) 11 stjerner
- b) 6 stjerner
- c) **16 stjerner**
- d) 14 stjerner

Løsning: c)

18) Ved å studere absorpsjonslinjene i et spekter av Andromedagalaksen, måler du en blåforskyvning som tilsvarer en radialhastighet på -300 km/s, noe som indikerer at Andromedagalaksen beveger seg mot oss med denne farten. Hva er forklaringen på dette fenomenet?

- a) Andromedagalaksen beveger seg faktisk vekk fra oss på grunn av universets utvidelse, men hastigheten vi målte har ikke blitt korrigert for Jordas bevegelse rundt Sola og Solsystemets bevegelse rundt Melkeveiens senter.
- b) Universet har sluttet å utvide seg og kontraherer mot et såkalt fremtidig “Big Crunch”.
- c) Absorpsjonslinjene i spektret er lagd av høyhastighets gassutstrømning fra Andromedagalaksen, noe som innebærer at disse blåforskjøvede linjene ikke er et pålitelig mål på hastigheten til selve galaksen, bare gassene som strømmer ut av den.
- d) **Gravitasjonstiltrekningen mellom galaksene innenfor den lokale galaksegruppen, f.eks. Andromedagalaksen og Melkeveien, er sterk nok til å overvinne universets ekspansjonsbevegelse. Disse to galaksene beveger seg mot hverandre og kommer etter hvert til å sammenslås.**

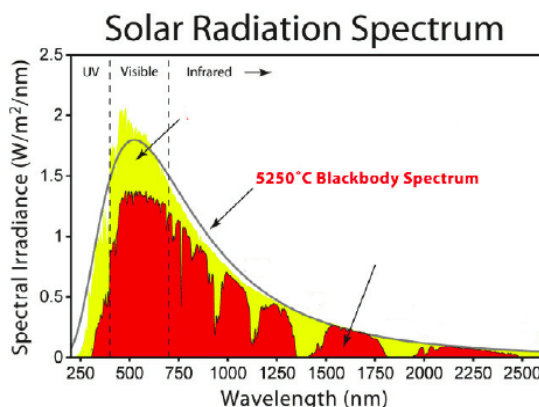
Løsning: d)

19) En satellitt går i en perfekt sirkelbane rundt Jupiter i samme retning som Jupiter roterer rundt seg selv (dette kaller man også for prograd bevegelse). Hva er den største verdien til baneradiusen til satellitten som går rundt Jupiter slik at en observatør på Sola ser at satellitten tilsynelatende beveger seg i motsatt retning i forhold til Jupiters rotasjon (også kalt for retrograd bevegelse)? Jupiters masse er på $1,9 \cdot 10^{27}$ kg, baneradiusen rundt Sola er 5,2AU, og den tar omtrent 12 år å gå en runde rundt Sola.

- a) $\sim 3,14 \cdot 10^6$ m
- b) $\sim 7,50 \cdot 10^8$ m
- c) $\sim 1,50 \cdot 10^{11}$ m
- d) $\sim 6,25 \cdot 10^{15}$ m

Løsning: b)

20) Gitt at den svarte linja på bildet svarer til spektret til et sort legeme på 5250°C , hva er det gule og det røde spektret og hvorfor ser vi dem slik?



- a) Jordas bane rundt Sola er ikke en perfekt sirkel, så spektrene er annerledes basert på hvor nærme Sola er i et gitt øyeblikk. Det gule spektret er derfor der Sola er nærmest Jorda, og det røde spektret er der Sola og Jorda har størst avstand mellom seg.
- b) **Atmosfæren vår består av gasser som absorberer noe av lyset, noe som fører til at det er en forskjell i spektrene på toppen av atmosfæren og på havnivå. Det gule spektret er derfor det vi kan observere i verdensrommet før lyset treffer atmosfæren vår, og det røde er etter at lyset har passert helt gjennom atmosfæren.**
- c) En total solformørkelse forårsaker endringer i det observerte lyset, så det gule spektret er Sola når det ikke er formørkelse, mens det røde er når det er formørkelse.
- d) Spektrene avhenger av Solas aktivitet som er omtrent periodisk med en periode på 11 år. Det gule spektret er derfor solaktivitetens toppunkt i løpet av disse 11 årene, mens det røde er bunnpunktet.

Løsning: b)