

Finalprov Astronomiolympiaden Junior 2025

Astronomisk Ungdoms Astronomiolympiadgrupp

13 april 2025
kl 9:15 till 12:15

Detta är finalprovet för den svenska Astronomiolympiaden Junior 2025. De 5 personer med högst poäng kommer erbjudas plats i det svenska laget i *International Olympiad on Astronomy & Astrophysics Jr (IOAA Jr)* i Rumänien, i oktober.

Lycka till!

Namn

Provet börjar på nästa sida. Vänd ej på provet förrän klockan slår 9:15. Sluta skriva omedelbart när klockan slår 12:15.

Provet har totalt 12 frågor, både kortare och längre. Efter varje fråga står den möjliga poängen utsatt, totalt på provet finns 48 poäng. Till *alla* frågor förväntas ett utförligt svar med motivation för full poäng. Även delvis korrekt lösning ger delvis poäng.

Tillåtna verktyg:

Skrivdon, kladdpapper, räknare, **ingen egen formelsamling** (förutom sista sidan av provbladet).

Jag har svarat på följande frågor (kryssa i):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

1 Galaxer (2p)

Beskriv två viktiga skillnader mellan spiralgalaxer och elliptiska galaxer.

2 Polstjärnan (2p)

Länge har mänskligheten navigerat efter stjärnorna. En av de mest igenkännbara stjärnorna är den som pekar norrut (polstjärnan). Hur stort är avståndet till polstjärnan? Den har en parallax på 7,54 mas (mil-libågsekunder).

3 Hubbles lag (2p)

En grupp astronomer har undersökt ljuset från en avlägsen galax och räknat ut att den har en rödförskjutning på $z = 0,2$ och en hastighet på 60 000 km/s.

- Rör sig galaxen mot oss eller från oss?
- Använd Hubbles lag för att beräkna avståndet från galaxen till oss.

4 Stjärnevolution (2p)

Stjärnor kommer i många olika storlekar och lever därav också väldigt olika liv. Hur skiljer sig livet av tyngre stjärnor sig åt från utvecklingen av lättare stjärnor? Ge exempel i flera olika stadier av hur deras färg och ljusstyrka skiljer sig.

5 Donis observation (4p)

En lördag kväll är Doni ute och stjärnskådar när han märker en speciell stjärna. Doni har otroligt bra syn och ser att den är 0,0006" stor på natthimlen. Genom några beräkningar fick vi reda på att avståndet till stjärnan är 3,6 parsec. Bestäm dess verkliga diameter.

6 Satelliter (4p)

En geostationär satellit har en omloppstid på 24 timmar, vilket innebär att den alltid befinner sig över samma plats på jorden. Hur lång är omloppstiden för en satellit som kretsar på dubbla avståndet från jordens centrum jämfört med en geostationär satellit?

7 Roskilde-Göteborg (4p)

Göteborg och Roskilde i Danmark har ungefär samma longitud. Göteborg ligger $2,07^\circ$ norr om Roskilde. Hur långt är avståndet mellan dessa två städer?

8 Anders stjärnskådning (4p)

Anders sitter ute på ett fält en kväll och tittar på stjärnor. Eftersom han sitter ute i flera timmar, märker han hur stjärnorna långsamt rör sig på natthimlen. Han märker att stjärnan Vega först åker mot horisonten, precis nuddar den och sedan kommer upp igen. På vilken latitud befinner sig Anders? Vega har deklinationen $\delta = 38,5^\circ$.

9 Betelgeuse exploderar! (6p)

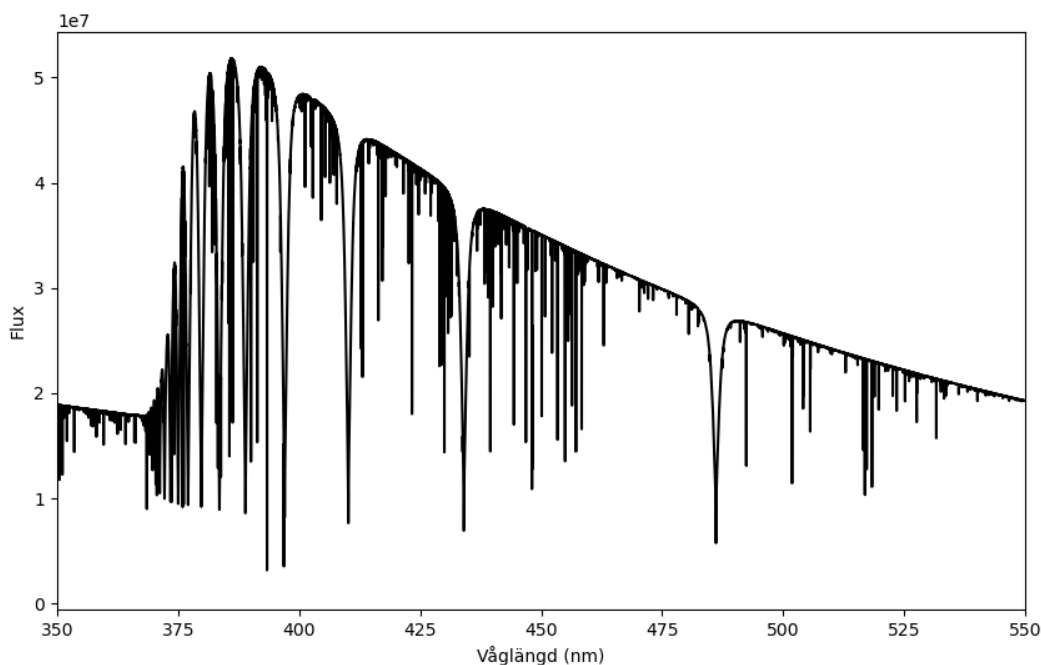
Mitt på dagen exploderar Betelgeuse i en supernova. Forskare och astronomer bestämmer tillsammans att dess absoluta magnitud (M) är $-21,5$. Absolut magnitud är ett logaritmiskt mått på en stjärnas ljusstyrka på avståndet 10 parsec. Apparent magnitud är ett logaritmiskt mått på en stjärnas ljusstyrka sett från jorden. I formeln

$$m - M = 5 \log_{10}(d) - 5$$

är m supernovans apparenta magnitud — vilket är ungefär $28,0$. d står för avståndet i parsec till supernovan, vilket astronomerna inte kan beräkna utan dig! Kan du hitta avståndet till supernovan? (Ignorera förluster och atmosfäriska effekter).

10 Mostafas favoritstjärna (6p)

Mostafa har med ett teleskop tagit fram ett spektrum av sin favoritstjärna. Den finns i figur 1. Uppskatta temperaturen, luminositeten och radien av denna stjärna. Stjärnan befinner sig på huvudserien, endast en värdesiffra krävs.



Figur 1: Spektrumet för en stjärna, genererad med POLLUX.

11 Cepheider (6p)

Cepheidvariabler är stjärnor vars ljusstyrka regelbundet ökar och minskar. En cepheidvariabel observeras öka sin temperatur med 30% och öka sin luminositet med en faktor 5. Hur förändrades dess radie?

12 Besök (6p)

En okänd rymdfarkost har gått in i omloppsbana runt jorden. Vid kommunikation med farkosten observerades att signalens restid (enkel väg) varierade mellan som kortast 1 sekund och som längst 4 sekunder. Anta att signalen färdas med ljusets hastighet i vakuum.

- a) Beräkna längden på halva storaxeln (a) och excentriciteten (e) för farkostens elliptiska bana.
- b) Bestäm omloppstiden (T) för farkosten kring jorden.

13 Solfläckar (6p)

Beräkna hur många procent solens luminositet minskar om det uppstår två cirkulära solfläckar nära mitten av solskivan vardera med 80 000 km diameter. Solfläckarnas temperatur är 3 300 K.

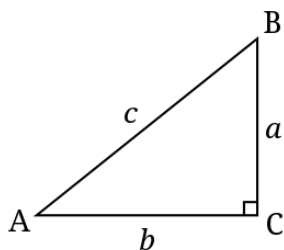
Givna solsystemsdata, värden och formler

Himlakropp	Diameter (km)	Avstånd från solen (10^6km)	Massa (kg)
Solen	$1,393 \cdot 10^6$	—	$1,989 \cdot 10^{30}$
Merkurius	4879,4	57,9	$3,301 \cdot 10^{23}$
Venus	12104	108,2	$4,868 \cdot 10^{24}$
Jorden	12756	149,597870	$5,972 \cdot 10^{24}$
Mars	6779	227,9	$6,417 \cdot 10^{23}$
Jupiter	142800	778,3	$1,898 \cdot 10^{27}$
Saturnus	120660	1427,0	$5,681 \cdot 10^{26}$
Uranus	51118	2871,0	$8,681 \cdot 10^{25}$
Neptunus	49528	4497,1	$1,024 \cdot 10^{26}$
Pluto	2376,6	5906,4	$1,309 \cdot 10^{22}$

Tabell 1: Grundläggande data om solsystemet.

Namn	Värde	Enhet
Newtons gravitationskonstant (G)	$6,67408 \cdot 10^{-11}$	$\text{N m}^2 \text{kg}^{-2}$
Hubbles konstant (H_0)	70	$\text{km s}^{-1} \text{Mpc}^{-1}$
Solarkonstanten (G_{SC})	1360	W m^{-2}
Solens luminositet ($L_\odot$)	$3,826 \cdot 10^{26}$	W
Solens yttemperatur ($T_\odot$)	5777	K
Stefan Boltzmanns konstant (σ)	$5,67 \cdot 10^{-8}$	$\text{W m}^{-2} \text{K}^4$
Ljusets hastighet i vakuum (c)	299792458	m s^{-1}
Ljusår (ly)	$9,461 \cdot 10^{12}$	km
Parsec (pc)	3,262	ljusår (ly)
Astronomisk Enhet (AE)	$149 \cdot 10^6$	km
Elektronvolt (eV)	$1,60217663 \cdot 10^{-19}$	J
Siderisk dag	23,9344696	h
Julianskt år	365,25	dagar (24h)

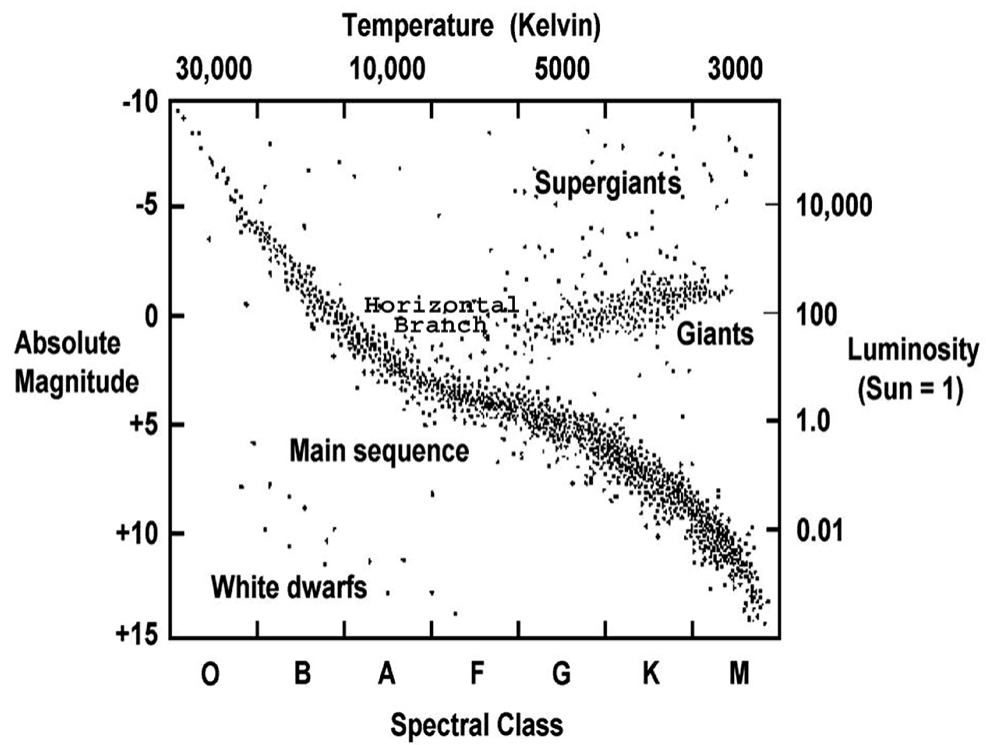
Tabell 2: Fysikaliska värden.



Figur 2: Rätvinklig triangel för definition av trigonometriska formler

Namn	Formel
Newtons gravitationslag	$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$
Keplers tredje lag	$T^2 = \frac{4\pi^2}{GM} a^3$
Keplers tredje lag (I jordenheter)	$T^2 = \frac{a^3}{M}$
Excentricitet	$e = \frac{c}{a} = \frac{d_a - d_p}{d_a + d_p}$
Halv storaxel	$a = \frac{d_a + d_p}{2}$
Luminositet och flux	$F = \frac{L}{4\pi r^2}$
Våglängd-Frekvens	$\lambda f = c$
Wiens lag	$\lambda_{max} T = 2,898 \text{ mm K}$
Stefan-Boltzmanns lag	$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$
Hubbles lag	$H_0 r = v$
Dopplerskifte	$\frac{v}{c} = z = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$
Parallax	$d = \frac{1}{p}$
Övre kulmination	$h_{max} = 90^\circ - \varphi + \delta$
Undre kulmination	$h_{min} = \delta + \varphi - 90^\circ$
Sinus	$\sin A = \frac{a}{c}$
Cosinus	$\cos A = \frac{b}{c}$
Tangens	$\tan A = \frac{a}{b}$
Tiologaritmen	$10^{\log_{10} a} = \log_{10} 10^a = a$
Logaritmmultiplikation	$\log a \cdot b = \log a + \log b$
Logaritmdivision	$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$
Logaritmpotenser	$x \log a = \log a^x$

Tabell 3: Fysikaliska och matematiska formler



Figur 3: Ett Hertzsprung-Russel diagram