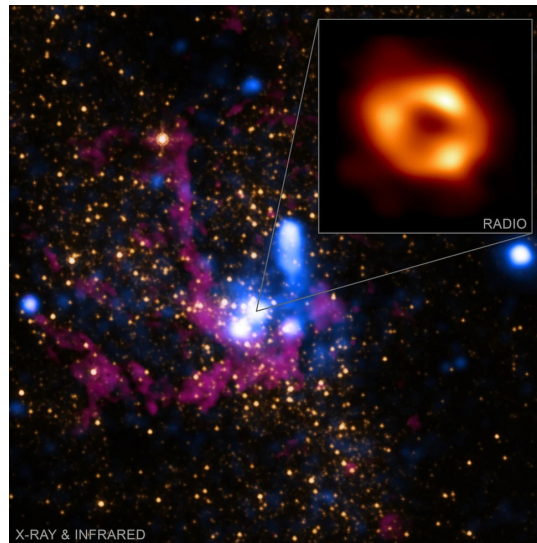


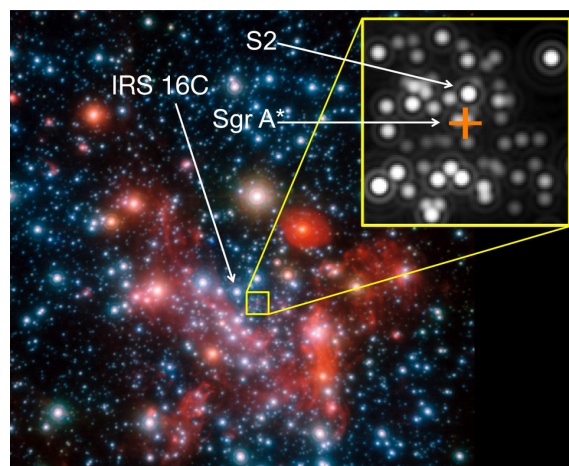
Váženie supermasívnej čiernej diery v centre našej galaxie

V tejto praktickej časti sa budeme venovať supermasívnej čiernej diere v jadre našej Galaxie, ktorá je tiež známa ako Sagittarius A*. Ako názov napovedá, na našej nočnej oblohe sa nachádza v súhvezdí Strelca (Sagittarius), ale v tesnej blízkosti so súhvezdím Škorpión (Scorpio). Od nás je vzdialená ~8 kpc a vašou úlohou bude, že ju zvážite na kuchynskej váhe.



Obr. 1: Kombinácia obrazov v rentgenových a infračervených záberov centra našej Galaxie. Napravo hore je rádiový obrázok tieňa supermasívnej čiernej diery, získané EHT (Event Horizon), Zdroj: NASA/CXC

Zároveň okolo supermasívnej čiernej diery v našej Galaxii je systém hviezd, ktoré obiehajú okolo nej s vysokou rýchlosťou. Tieto hviezdy sú známe ako S-hviezdy, ktoré vytvárajú tzv. Hviezdokopu S-hviezd. Jednou z nich je aj hviezda S2, ktorá je jednou z najbližších k čiernej diere. Tá nám pomôže v tejto úlohe s určením hmotnosti supermasívnej čiernej diery.



Obr. 2: Priblíženie obrazu k supermasívnej čiernej diere a hviezdy S2, ktorá obieha okolo nej. Zdroj:

<https://www.eso.org/public/images/esol622b/>

Pomôcky:

- Tento pracovný list (obsahuje všetky pokyny),
- Kalkulačku,
- Plastelínu
- Nafitovanú elipsu
- Nožnice
- Váhy

Postup:

1. Na začiatok dostanete okrem tohto pracovného listu aj nafitovanú elipsu (druhý papier), ktorá má plochu obežnej trajektórie $S_{el}=34.015$ svetelných dní. Túto elipsu budete musieť vystrihnúť (pozor, aby ste nevystrihli čísla na elipse), prilepili ho na vyrovnanú plastelínu, a zvážili na váhe.

Hmotnosť elipsy: $m_{el} = \dots\dots\dots g$.

2. Vyberte si dva body podľa čísel (sú to roky, kedy bola hviezda S2 pozorovaná), spravte medzi týmito rokmi koláčikový výsek, ktorý následne tiež zvážite na váhach. Nezabudnite si roky zapísať do tabuľky na druhej strane, pričom jeden z nich bude počiatočný čas (t_1) a druhý koncový čas (t_2). (Doporučujem tu, aby koncový čas bol väčší ako počiatočný!)

Hmotnosť výseku: $\Delta m = \dots\dots\dots g$.

3. Poznáme S_{el} , hmotnosť elipsy a hmotnosť výseku elipsy (všetko čo je zvýraznené touto farbou). S pomocou týchto údajov a s pomocou nasledujúceho vzorca vypočítajte plochu obežnej trajektórie výseku ΔS :

$$\Delta S = (\Delta m / m_{el}) * S_{el}.$$

4. Vypočítajte Δt , pre ktorú platí:

$$\Delta t = t_2 - t_1.$$

5. S pomocou nasledujúceho vzťahu vypočítajte periódu obehu hviezdy:

$$P = (\Delta S / S_{el}) * \Delta t.$$

Výsek	t_1 (rok)	t_2 (rok)	Δt (rok)	ΔS (svetelných dní)	P (rok)
1.					

6.S pomocou 3. Keplerovho zákona vypočítajte hmotnosť čiernej diery a hviezdy S2 (Za gravitačnú konštantu $\kappa=6.67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ a za hlavnú poloos $a=120 \text{ AU}$):

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{\kappa(M_S + m_p)} \approx \frac{4\pi^2}{\kappa M_S}.$$

Hmotnosť supermasívnej čiernej diery: $M_{\text{SMČD}} = \dots \text{kg}$.

• Zdroj: Základy astronómie II – Praktická