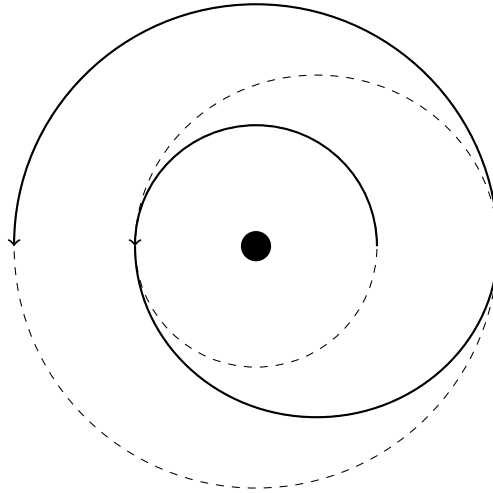


Wybrane stałe fizyczne i astrofizyczne:

stała grawitacji	$G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$
jednostka astronomiczna	$1 \text{ au} = 1,496 \times 10^{11} \text{ m}$
stała Hubble'a	$H = 70 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{Mpc})$
masa Ziemi	$M_{\oplus} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
średni promień Ziemi	$R_{\oplus} = 6,371 \times 10^6 \text{ m}$
masa Słońca	$M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
średni promień Słońca	$R_{\odot} = 6,96 \times 10^8 \text{ m}$
jasność obserwowana Słońca	$m_{\odot} = -26,74^{\text{m}}$
jasność absolutna Słońca	$M_{\odot} = 4,83^{\text{m}}$
wielka półoś orbity Marsa	$r_M = 1,52 \text{ au}$

Seria I (teoretyczna)

1. Transfer Hohmanna to manewr pozwalający na zmianę promienia orbity danego obiektu. Polega on na wprowadzeniu ciała na orbitę eliptyczną, która jest styczna zarówno do początkowej, jak i docelowej orbity kołowej (patrz rysunek).



Rysunek 1: Schemat transferu Hohmanna. Pogrubioną linią zaznaczono tor ruchu obiektu.

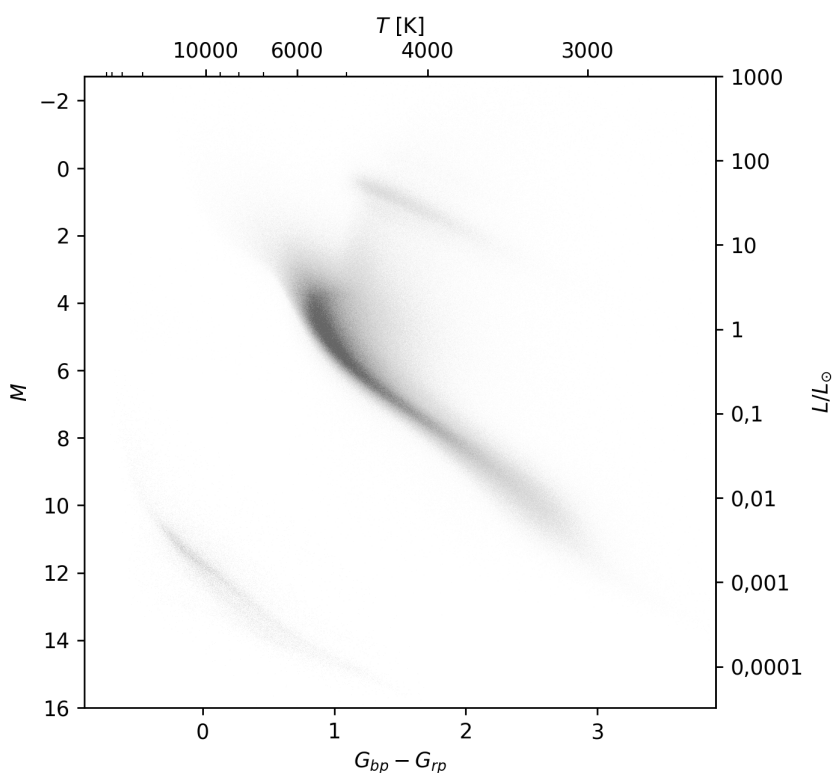
Statek kosmiczny, wystrzelony z Ziemi, wprowadzono na orbitę transferową Hohmanna w celu wysłania go na Marsa. Możesz założyć, że w czasie lotu wpływ grawitacyjny planet jest zanedbywalny w porównaniu z grawitacją Słońca.

- a) Oblicz czas, po jakim statek doleciał na Marsa. Załóż, że został on wystrzelony w takim momencie, że wzajemne położenie planet było optymalne i podróż trwała możliwie krótko.
- b) Chwilowa prędkość ciała na orbicie o półosi wielkiej a w odległości r od ciała centralnego o masie M dana jest wzorem:

$$v = \sqrt{GM \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)}.$$

Oblicz, ile wynosiła początkowa prędkość statku względem Ziemi. Pomiń wpływ jej grawitacji.

2. Zaobserwowano gwiazdę o jasności obserwowanej $m = 9,83^m$. Teleskopem SALT (Wielki Teleskop Południowoafrykański) wykonano jej widmo, na podstawie którego stwierdzono, że jest ona bardzo podobna do Słońca.
- Oblicz odległość do tej gwiazdy.
 - Jaką jasność obserwowaną miałyby ta gwiazda, gdyby jej temperatura efektywna była o 77,8% większa, a jej promień pozostał bez zmian? Przyjmij, że gwiazda promieniuje jak ciało doskonale czarne.
 - Na diagramie Hertzsprunga–Russella zaznacz literą A obecne położenie tej gwiazdy. Literą B zaznacz położenie tej gwiazdy, gdyby była dwa razy gorętsza, ale dalej znajdowała się na ciągu głównym. Literą C zaznacz, gdzie znajdzie się ta gwiazda kilka tysięcy lat po zakończeniu spalania wodoru w jądrze.



Rysunek 2: Diagram Hertzsprunga–Russella. Źródło danych: Gaia.

3. Wokół gwiazdy o temperaturze efektywnej $T = 10\,000\text{ K}$ i promieniu $R = 2,5R_{\odot}$ krąży kometa na orbicie eliptycznej o wielkiej półosi $a = 5\text{ au}$ i mimośrodku (ekscentryczności) $e = 0,9$. Załóż, że kometa w rozważanych momentach znajduje się w równowadze termicznej, promieniuje i absorbuje promieniowanie jak ciało doskonale czarne, a jej temperatura jest taka sama na całej jej powierzchni. Oblicz temperaturę komety i długość fali, w której przypada maksimum jej mocy promieniowania gdy kometa znajduje się w perycentrum. Jak nazywamy fale elektromagnetyczne o takiej długości i jakimi instrumentami możemy je rejestrować?

Wskazówka: Równowaga termiczna oznacza, że ciało chwilowo musi wypromieniowywać tyle samo energii, ile energii jest przez nie przyjmowane. Jego temperatura się wtedy (chwilowo) nie zmienia.