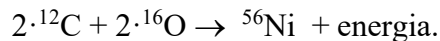


Zadania II etapu

II.1 Supernowa typu Ia

Uważa się, że supernowe typu Ia powstają w wyniku termojądrowego wybuchu białego karła zbudowanego z węgla ^{12}C (masa atomowa 12) oraz tlenu ^{16}O (masa atomowa 15,99491), który osiągnął krytyczną masę równą $1,38 M_{\odot}$.

Założmy identyczną liczbę jąder węglowych i tlenowych przed wybuchem. Energia produkowana jest w reakcji syntezy radioaktywnego ^{56}Ni (masa atomowa 55,9421).



- Oblicz energię wybuchu.
- Przyjmując dla uproszczenia, że cała ta energia jest wyświecana przez gwiazdę supernową oraz że jej absolutna wielkość gwiazdowa jest stała i wynosi $-19,3$ mag, oszacuj czas świecenia supernowej. W tym uproszczonym modelu pomijamy energię unoszoną przez neutrina, energię kinetyczną gazu, energię z rozpadu niklu, itd.

II.2 Punkt L_2

Punkty Lagrange'a to miejsca równowagi pomiędzy siłami grawitacji Słońca i planety oraz sił bezwładności. Punkt L_1 leży na prostej łączącej Słońce z planetą wewnątrz jej orbity, a punkt L_2 leży na tej samej prostej na zewnątrz orbity planety.

- Oblicz odległość punktu L_2 układu Słońce – Ziemia od środka Ziemi.
- Oblicz wielkość gwiazdową Słońca obserwowaną z punktu L_2 .
- Rozważ mały, sferyczny i doskonale czarny obiekt znajdujący się w punkcie Lagrange'a L_2 układu Ziemia – Słońce. Oblicz temperaturę tego obiektu zakładając, że znajduje się on w równowadze termicznej. Załóż, że tarcza Słońca ma stałą jasność powierzchniową.

II.3 Supernowa typu II

Rozważmy układ podwójny gwiazd składający się z dwóch składników o masach $M_1 = 40 M_\odot$ i $M_2 = 10 M_\odot$, poruszających się wokół środka masy po kołowych orbitach. Bardziej masywna gwiazda wybuchła jako supernowa typu II i utraciła część masy $\Delta M = 20 M_\odot$. Jak zmieni się okres orbitalny układu? Oblicz stosunek nowej wartości P' do okresu przed wybuchem P . Ile wynosi mimośród orbity jeżeli założyć, że wybuch supernowej jest sferycznie symetryczny?

Wskazówka: Względna prędkość dwóch ciał związanych grawitacyjnie jest wyrażona za pomocą wzoru:

$$v = \sqrt{G(M_1 + M_2) \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right)},$$

gdzie G jest stałą grawitacyjną, r – odległością między ciałami, a – długością wielkiej półosi orbity.

II.4 LOT

Samolot PLL LOT wykonujący rejs LO455 z Warszawy do Sztokholmu wystartował podczas zachodu Słońca. Po locie trwającym $\Delta t = 65$ minut, pasażerowie mogli podziwiać ponownie zachód Słońca. Określ datę kiedy podróżowali. Dla uproszczenia można pominąć wpływ refrakcji atmosferycznej i rozważyć zachód środka tarczy Słońca. Przedyskutuj jak zmieniłby się wynik bez przyjmowania tych założeń.

Współrzędne geograficzne:

Lotnisko Chopina: $\varphi_W = 52^\circ 09' 57''$, $\lambda_W = 20^\circ 58' 02''$,

Sztokholm – Arlanda: $\varphi_S = 59^\circ 38' 30''$, $\lambda_S = 17^\circ 55' 49''$.

Przyjmij dodatkowo, że orbita Ziemi jest okręgiem.

Wybrane stałe astronomiczne i fizyczne

Prędkość światła w próżni (c)	$2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Stała grawitacji (G)	$6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$
Stała Stefana – Boltzmanna (σ)	$5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
Stała Boltzmanna (k_B)	$1,3806 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$
Stała Plancka (h)	$6,6261 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$
Stała Wiena (b)	$2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$
Stała Avogadra	$6,02214129 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Stała gazowa	$8,3145 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Aktualna wartość stałej Hubble’a (H)	$67,15 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$
Jednostka masy atomowej (u)	$1,661 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Jednostka astronomiczna (au)	$1,4960 \cdot 10^{11} \text{ m}$
Rok świetlny (ly)	$9,4605 \cdot 10^{15} \text{ m} = 63\,240 \text{ au}$
Parsek (pc)	$3,0860 \cdot 10^{16} \text{ m} = 206\,265 \text{ au}$
Doba gwiazdowa	$23^{\text{h}} 56^{\text{m}} 04,091^{\text{s}}$
Miesiąc sydereczny	$27^{\text{d}} 07^{\text{h}} 43^{\text{m}} 11,5^{\text{s}}$
Miesiąc synodyczny	$29^{\text{d}} 12^{\text{h}} 44^{\text{m}} 02,9^{\text{s}}$
Rok zwrotnikowy	$365,2422 \text{ doby słonecznej}$
Rok gwiazdowy	$365,2564 \text{ doby słonecznej}$
Masa Ziemi (M_{\oplus})	$5,9736 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Średni promień Ziemi (R_{\oplus})	$6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$
Mimośród orbity Ziemi (e_{\oplus})	$0,01671$
Okres precesji osi ziemskiej	$\sim 25\,880 \text{ lat}$
Aktualne nachylenie ekliptyki do równika (ε)	$23^{\circ} 26,4'$
Średnia odległość Ziemia – Księżyc	$3,844 \cdot 10^8 \text{ m}$
Mimośród (średni) orbity Księżyca (e_{\lrcorner})	$0,0549$
Nachylenie orbity Księżyca do ekliptyki (i_{\lrcorner})	$5^{\circ} 08,7'$
Masa Księżyca (M_{\lrcorner})	$7,349 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Promień Księżyca (r_{\lrcorner})	$1,737 \cdot 10^6 \text{ m}$
Masa Słońca (M_{\odot})	$1,9891 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Wiek Słońca	$4,6 \text{ mld lat}$
Promień Słońca (R_{\odot})	$6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$
Średni kątowny promień Słońca (r_{\odot})	$16,0'$
Nachylenie osi obrotu Słońca do płaszczyzny ekliptyki	$82,75^{\circ}$
Moc promieniowania Słońca (L_{\odot})	$3,846 \cdot 10^{26} \text{ W}$
Obserwowana jasność Słońca w filtrze V (m_{\odot})	$-26,74 \text{ mag}$
Bolometryczna jasność absolutna Słońca ($M_{bol \odot}$)	$4,83 \text{ mag}$
Temperatura efektywna powierzchni Słońca (T_{\odot})	$5\,780 \text{ K}$
Współrzędne równikowe północnego bieguna ekliptycznego w epoce J2000.0	$18^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}; +66^{\circ} 33,6'$
Współrzędne równikowe północnego bieguna galaktycznego w epoce J2000.0	$12^{\text{h}} 51^{\text{m}} 26^{\text{s}}; +27^{\circ} 07'42''$
masa protonu (m_p)	$1,6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg},$
masa neutronu (m_n)	$1,649 \cdot 10^{-27} \text{ kg},$