

LX Olimpiada Astronomiczna 2016/2017

Zadania zawodów II stopnia

1. Proxima Centauri jest grawitacyjnie związana z ciasnym układem podwójnym α Cen. Wszystkie trzy gwiazdy (α Cen A, α Cen B i Proxima) leżą na ciągu głównym i mają masy odpowiednio: $M_A = 1,10 M_\odot$, $M_B = 0,91 M_\odot$ i $M_P = 0,123 M_\odot$ (gdzie M_\odot jest masą Słońca). Gwiazda Proxima Centauri obiega ciasną parę α Cen A i B po orbicie eliptycznej. Obecnie znajduje się od niej w odległości blisko 13 000 au, ale w swym ruchu orbitalnym zbliża się do α Cen na odległość 4 300 au. W trakcie ewolucji składniki α Cen przesuną się na diagramie Hertzsprunga–Russella do tzw. asymptotycznej gałęzi olbrzymów. Składnik A osiągnie wówczas jasność $25000 L_\odot$ (gdzie L_\odot jest mocą promieniowania Słońca).

Wiedząc, że temperatura powierzchni niedawno odkrytej planety Proximy jest oceniana na około -40°C oszacuj, jaki wpływ na temperaturę tej planety może mieć tak duży wzrost jasności składnika α Cen A? W obliczeniach przyjmij, że promień orbity planety: $r = 0,05$ au oraz, że moc promieniowania Proximy: $L_P = 0,00155 L_\odot$.

Wypisz przyjęte w rozwiązaniu założenia.

2. Jedną z możliwości, by wyprawa załogowa dotarła do Marsa, jest ruch bezwładnościowy statku kosmicznego po orbicie keplerowskiej, o peryhelium znajdującym się na orbicie Ziemi i aphelium na orbicie Marsa, w kierunku zgodnym z ruchem planet.

Jak długo trwałaby taka wyprawa uwzględniając: lot ku Czerwonej Planecie, pobyt na powierzchni planety do momentu pierwszej możliwości powrotu na Ziemię oraz powrót na Ziemię po takiej samej orbicie ?

W rozwiązaniu uwzględnij tylko pole grawitacyjne Słońca i przyjmij, że orbity Ziemi i Marsa są współpłaszczyznowymi okręgami, a okres obiegu Marsa: $T_M = 1,88$ lat.

3. Jak długo będzie trwał spadek swobodny, w centralnym polu grawitacyjnym Ziemi, z wysokości równej promieniowi orbity Księżycy? W rozwiązaniu pomiń rozmiar Ziemi.

4. Za pomocą poniższego algorytmu, dla dowolnej daty kalendarza gregoriańskiego można wyznaczyć odpowiadającą tej dacie liczbę dni juliańskich JD :

$$A = \text{Int}[(M + 9) / 12] + Y + 4716$$

$$B = \text{Int}(275 \cdot M / 9) - \text{Int}(7 \cdot A / 4) + 367 \cdot Y + D + 1729317,5$$

$$C = \text{Int}[(A + 83) / 100]$$

$$JD = B - \text{Int}[3 \cdot (C + 1) / 4].$$

Algorytm dotyczy daty: Y – rok, M – miesiąc, D – dzień.

Wyznacz datę urodzin Jana Heweliusza (dzień, miesiąc, rok) oraz odpowiadający tej dacie dzień tygodnia, jeśli wiadomo, że był to dzień, którego początek odpowiada liczbie dni juliańskich: $JD_H = 2309492,5$.

Według kalendarza gregoriańskiego, 23 stycznia 2017 roku przypada w poniedziałek

KGOA

Uwaga: *Wybrane stałe astronomiczne i fizyczne* są integralną częścią zestawu zadań. W rozwiązaniach należy korzystać wyłącznie z danych zamieszczonych w tematach oraz z potrzebnych danych znajdujących się w załączonym zestawie stałych.

Wybrane stałe astronomiczne i fizyczne

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)	$3,0860 \cdot 10^{16} \text{ m} = 206\,265 \text{ au}$
Angstrom (\AA)	10^{-10} m
Rok gwiazdowy	365,2564 doby słonecznej
Rok zwrotnikowy	365,2422 doby słonecznej
Miesiąc sydereyczny	$27^{\text{d}} 07^{\text{h}} 43^{\text{m}} 11^{\text{s}},5$
Miesiąc synodyczny	$29^{\text{d}} 12^{\text{h}} 44^{\text{m}} 02^{\text{s}},9$
Doba gwiazdowa	$23^{\text{h}} 56^{\text{m}} 04^{\text{s}},091$
Masa Ziemi (M_{\oplus})	$5,9736 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
Średni promień Ziemi (R_{\oplus})	$6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$
Promień równikowy Ziemi (R)	$6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$
Mimośród orbity Ziemi (e_{\oplus})	0,01671
Ostatnie przejście Ziemi przez perihelium	4 stycznia, $14^{\text{h}} 18^{\text{m}}$ UT
Średnia odległość Ziemia–Księżyc	$3,844 \cdot 10^8 \text{ m}$
Mimośród (średni) orbity Księżyca (e_{C})	0,0549
Masa Księżyca (M_{C})	$7,349 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Promień Księżyca (r_{C})	$1,737 \cdot 10^6 \text{ m}$
Masa Słońca (M_{\odot})	$1,9891 \cdot 10^{30} \text{ kg}$
Promień Słońca (R_{\odot})	$6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$
Średni kątowy 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})	$-26,8^{\text{m}}$
Jasność absolutna Słońca w filtrze V (M_{\odot})	$4,75^{\text{m}}$
Bolometryczna jasność absolutna Słońca ($M_{\text{bol } \odot}$)	$4,85^{\text{m}}$
Temperatura efektywna powierzchni Słońca (T_{\odot})	5 780 K
Prędkość światła w próżni (c)	$2,9979 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Stała grawitacji (G)	$6,6743 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{kg}^{-1}$
Stała Stefana–Boltzmana (σ)	$5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
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 (N_{A})	$6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Stała Hubble'a (H)	$70 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$
Masa atomu wodoru (m_{H})	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
Elektronowolt (eV)	$1,6022 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
Aktualne nachylenie ekliptyki do równika (ϵ)	$23^{\circ} 26,3'$

Uwagi i wskazówki

Dla $x < 1$ można stosować przybliżenie: $\sqrt{1+x} \approx 1 + x/2 - x^2/8 + \dots$

Wartością $\text{Int}(x)$ jest część całkowita liczby znajdującej się w nawiasie.