



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

1. W Brazylijskim Obserwatorium Narodowym w Rio de Janeiro ($22^{\circ} 54' \text{ S}$, $43^{\circ} 12' \text{ W}$), nad drzwiami do kopuły 32 cm teleskopu znajduje się zegar słoneczny skierowany na północ. Jest on umieszczony na ścianie w płaszczyźnie wyznaczonej przez punkty Wschodu, Zachodu i Zenitu, a pręt zegara jest równoległy do osi obrotu Ziemi. Dla jakiej deklinacji Słońca (o jakiej porze roku i w jakim miesiącu) zegar

- (i) nie będzie działał przez pewien czas w ciągu dnia,
- (ii) nie będzie działał w ciągu całego dnia.

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

2. Oblicz aktualny czas trwania doby gwiazdowej na Ziemi. Jaka byłaby długość doby słonecznej i gwiazdowej (w aktualnych godzinach, minutach i sekundach słonecznych), gdyby Ziemia obracała się w przeciwną stronę z taką samą prędkością kątową?

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

3. Jaki jest odstęp czasu między dwoma kolejnymi opozycjami Marsa? Przyjmij, że orbity są kołowe.

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

4. Jaka byłaby obserwowana wielkość gwiazdowa Księżyca w pełni, gdyby wartość jego albedo wynosiła 1?

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

5. Oblicz stosunek średnich gęstości Ziemi i Słońca używając tylko i wyłącznie następujących danych:

- kątowej średnicy Słońca widzianego z Ziemi,
- przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni Ziemi,
- długości roku,
- faktu, że zmiana szerokości geograficznej o jeden stopień odpowiada przemieszczeniu na powierzchni Ziemi o 111 km.

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

6. Większość energii emitowanej przez Słońce powstaje w jego jądrze na skutek reakcji termojądrowej (p-p) w trzech różnych wariantach. Najwięcej energii powstaje w wariacie zawierającym przemianę $2 \text{ He}^3 \rightarrow \text{He}^4 + 2 \text{ H}^1$. Oblicz ilość uwolnionej energii (w MeV) oraz ubytek masy cząstek biorących udział w reakcji (przedstaw go w postaci ułamka).

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

7. Gwiazdy zmienne typu LBV (Luminous Blue Variable - jasne niebieskie zmienne) wykazują silne zmiany jasności wizualnej, a ich wielkość bolometryczna pozostaje stała. Zakładając, że gwiazda typu LBV w momencie maksymalnej jasności, to ciała doskonale czarne o temperaturze 5000 K, a podczas minimum świeci jak ciała doskonale czarne o temperaturze 30 000 K, oblicz stosunek promieni gwiazdy w obu sytuacjach.

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

8. Pulsar oddalony o 1000 pc od Ziemi, emituje 10 000 razy więcej energii niż Słońce, emisja następuje tylko z dwóch przeciwnych biegunów, tworząc jednorodną wiązkę w kształcie podwójnego stożka o kącie rozwarcia $\alpha = 4^\circ$. Zakładając, że kąt między osią rotacji gwiazdy i osią wiązki wynosi 30° oraz przypadkową orientację wiązki pulsara względem obserwatora na Ziemi, oblicz prawdopodobieństwo odkrycia pulsara. W przypadku zaobserwowania takiego pulsara, jaka będzie jego bolometryczna wielkość gwiazdowa?

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

9. Stara mgławica planetarna z centralnym białym karłem (WD) znajduje się w odległości 50 pc od Ziemi. Dokładnie w tym samym kierunku, ale poza mgławicą znajduje się identyczny biały karzeł w odległości 150 pc od Ziemi. Przyjmij, że oba białe karły mają absolutną wielkość gwiazdową równą $+14.2$ magnitudo oraz emitują światło o wskaźniku barwy $B - V = 0.300$ i $U - V = 0.330$. Ekstynkcja zachodzi zarówno w ośrodku gwiazdowym jak i w mgławicy.

Dla bliższego karła (leżącego w mgławicy) zmierzono następujące wskaźniki barwy: $B - V = 0.327$, a $U - B = 0.038$. W tej części Galaktyki ekstynkcja ośrodka międzygwiazdowego wynosi 1.50, 1.23 i 1.00 magnitudo na kiloparsek odpowiednio dla filtrów U, B, V.

Oblicz wskaźniki barwy dla drugiej gwiazdy.

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

10. Przyjmij, że obecny Wszechświat: może być dobrze opisany przez parametr gęstości $\Omega_0=1$, nie zawiera ciemnej energii, a jego aktualna temperatura wynosi 2.73 K. Wiedząc, że temperatura Wszechświata jest odwrotnie proporcjonalna do jego promienia (czynnika skali), oblicz po jakim czasie od chwili obecnej Wszechświat ostygnie o 0.1 K.

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

11. Jaka jest amplituda kątowych oscylacji położenia Słońca wywołana obecnością Jowisza i mierzona przez obserwatora znajdującego się w pobliżu Gwiazdy Barnarda? Jaki jest okres tej oscylacji?

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

12. Jaka powinna być minimalna średnica teleskopu umieszczonego w punkcie Lagrange'a L4 lub L5 układu Ziemia-Słońce, aby można było zarejestrować wychylenie Ziemi prostopadle do ekliptyki, wywołane obecnością Księżyca?

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

13. Astronom z południowej półkuli Ziemi kontempluje wschód południowego bieguna ekliptyki i zastanawia się, jak śmieszny byłby świat, gdyby niebo obracało się wokół biegunów ekliptycznych zamiast zwykłych biegunów niebieskich. Naszkicuj trajektorię ruchu obserwatora po powierzchni Ziemi, aby mógł on obserwować rotację nieba wokół południowego bieguna ekliptycznego w tym samym kierunku i z tym samym okresem co zwykła rotacja nieba wokół południowego bieguna niebieskiego. Naszkicuj tę trajektorię dla pełnej doby. Znajdź wektor prędkości obserwatora (tzn. kierunek i szybkość) w chwili, gdy pierwszy raz przekracza on równik ziemski.

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

14. Obserwator w Salonikach (Grecja, $\varphi = +40.65^\circ$) kontempluje rozgwieżdżone niebo, w chwili gdy bardzo jasny obiekt ($\alpha = 5^h 55^m$, $\delta = 7.41^\circ$, $m = 0.45$) osiąga kulminację górną. Przyjmij, że nieruchoma Ziemia otoczona jest przez obracającą się sferę niebieską. W chwili górowania, w nienaturalny sposób, obiekt oddziela się od sfery i kontynuuje ruch, utrzymując prędkością taką jak tangencjalna. Wyznacz współrzędne horyzontalne (azymut i wysokość) obiektu po nieskończenie długim czasie. Oblicz, po jakim czasie jasność obiektu spadnie do 6.00 magnitudo?

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE KRÓTKIE

15. Pomnik Chrystusa Zbawiciela jest najsłynniejszym monumentem Brazylii, ale istnieje wiele jego kopii w innych miastach Brazylii i na świecie. Załóżmy, że identyczną kopię zbudowano na wyspie Borradaile ($\varphi = -66.58^\circ$) czyli w miejscu, w którym człowiek po raz pierwszy stanął na południowym kole podbiegunowym. Dodatkowo załóż, że ten pomnik stoi dokładnie na tym kole.

Zdefiniuj kartezjański układ współrzędnych (Oxy) leżący dokładnie w płaszczyźnie horyzontu. Początek układu współrzędnych O leży u podstawy pomnika, oś Ox pokrywa się z kierunkiem Wschód-Zachód, a oś Oy z kierunkiem Północ-Południe. Znajdź równanie krzywej wykreślanej przez końcówkę cienia głowy pomnika na płaszczyźnie horyzontu w słoneczny dzień letniego przesilenia oraz minimalną długość cienia w tym dniu (pomiń zmiany deklinacji Słońca w tym dniu). Pomiń efekty wywołane obecnością atmosfery.

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and
Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE DŁUGIE

1. Ziemski astronom obserwuje gromadę kulistą o średnicy kątowej α , składającą się z N identycznych gwiazd o jasności absolutnej M_0 , odległą od Ziemi o D . Biolog znajduje się w centrum tej gromady.

1.1 Jaka będzie, w wielkościach gwiazdowych, różnica między łączną jasnością widomą wszystkich gwiazd gromady obserwowanych przez astronoma i biologa. **Załóż, że przestrzenny rozkład gwiazd w gromadzie jest idealnie jednorodny oraz, że biolog mierzy łączną jasność gwiazd z całej gromady.**

1.2 Jakiej średnicy teleskop potrzebny jest astronomowi jeśli chce oglądać gromadę o takiej samej jasności jak biolog?

1.3 Jaka będzie różnica widomych wielkości gwiazdowych, obserwowanych przez obu naukowców, jeśli pole widzenia biologa będzie miało również średnicę α ?

ROZWIĄZANIE:



6th International Olympiad on Astronomy and Astrophysics

04 to 14 August, 2012 - Rio de Janeiro - Brazil



KOD ZAWODNIKA:

CZEŚĆ TEORETYCZNA – ZADANIE DŁUGIE

2. Astronomowie badali galaktykę spiralną nachyloną pod kątem 90° do sfery niebieskiej (czyli ustawioną bokiem) o jasności obserwowanej 8.5 magnitudo. Zmierzyli prędkość rotacji galaktyki w funkcji odległości od centrum i przedstawili ją na wykresie 1.
- 2.1 Przybliż krzywą rotacji z wykresu 1 za pomocą ciągłej funkcji $V(D)$ złożonej z dwóch linii prostych.
- 2.2 Korzystając z tych samych obserwacji, astronomowie wyznaczyli, że okres rotacji fali gęstości w dysku galaktycznym jest równy połowie okresu rotacji masy w dysku. Oszacuj czas potrzebny ramieniu spiralnemu na obiegnięcie centrum galaktyki (użyj funkcji z punktu 2.1).
- 2.3 Oblicz odległość do galaktyki metodą Tullego-Fishera (patrz do tabeli stałych).
- 2.4 Oblicz minimalną i maksymalną długość fali linii wodoru 656.28 nm w widmie galaktyki. Wskazówka: uwzględnij również ekspansję kosmologiczną.
- 2.5 Na podstawie wykresu 1, oszacuj masę galaktyki zawartą w promieniu 3×10^4 lat świetlnych.
- 2.6 Oszacuj liczbę gwiazd w galaktyce, zakładając że:
- masa przeciętnej gwiazdy jest równa 1 masie Słońca oraz że $1/3$ materii barionowej w galaktyce występuje w formie gwiazd,
 - proporcja materii barionowej i materii ciemnej dla galaktyki jest taka sama jak dla całego Wszechświata (patrz do tabeli stałych).

ROZWIĄZANIE: