

LXVI Olimpiada Astronomiczna



Rozwiązania zadania nr 3 (testowego)

[5 punktów za całość]

Zadania: po 0,5 punktu

I. Jaka będzie sumaryczna wielkość gwiazdowa układu podwójnego, którego składniki mają identyczną wielkość 2 magnitudo.

- a) 0 **b) 1,25** c) 2,75 d) 4

II. Ile razy więcej światła zbierze teleskop SALT (średnica $d_1 = 11$ m) w porównaniu z teleskopem Uniwersytetu Pedagogicznego na Suhorze ($d_2 = 60$ cm)

- a) tyle samo b) ~18 razy więcej **c) ponad 300 razy więcej** d) 1000 razy

III. Geolodzy odkryli, że pod koniec epoki dinozaurów cała powierzchnia Ziemi została pokryta warstwą pewnej substancji meteorytowego pochodzenia zawierającą m.in. iryd. Warstwa ta ma około 1cm grubości. Zakładając, że mordercza planetoida miała identyczny skład i gęstość jak opisana warstwa oszacuj jej promień

- a) 1 km **b) 10 km** c) 100 km d) 1000 km

IV. Według astronomicznej rachuby dni juliańskich 1 stycznia 2023 o godzinie 12:00UT rozpocznie się dzień JD 2459946,0. Kiedy i o której godzinie w Polsce będziemy mieć okrągłą datę JD 2460000,0

- a) 31 I o 24:00 **b) 24 II o 13:00** c) 21 III o 14:00 d) 31 XII 2023 o 24:00

V. Satelita krąży po kołowej orbicie, w płaszczyźnie równikowej w kierunku zgodnym z obrotem Ziemi. Okres orbitalny wynosi dokładnie 24 godziny. Ile czasu potrzeba aby punkt podsatelitarny przewędrował dookoła świata wzdłuż całej długości równika?

- a) 23h56m b) 24h c) 360 dni **d) rok**

Pytania testowe (po 0,25 punktu)

Uwaga: możliwe jest kilka dobrych odpowiedzi. Zadanie zostanie zaliczone jeśli zostaną wskazane wszystkie odpowiedzi dobre i żadnej złej

VI. Refrakcja atmosferyczna

- a) powoduje zmianę wysokości i azymutu gwiazd,
b) zależy od temperatury i ciśnienia atmosferycznego,
c) powoduje pozorny wzrost wysokości gwiazd nad horyzontem,
d) opóźnia wschód Słońca.

VII. Czas prawdziwy słoneczny:

- a) jest wskazywany przez zegary słoneczne,**
b) płynie idealnie jednostajnie,
c) jest o 12h większy od kąta godzinowego Słońca,
d) zależy od szerokości geograficznej.

VIII. Zjawiska potwierdzające model Kopernika to:

- a) zjawisko paralaksy,
- b) zjawisko aberracji,
- c) zjawisko precesji,
- d) zjawisko nutacji.

IX. Aby zobaczyć częściowe zaćmienie Słońca obserwator musi znaleźć się

- a) w stożku cienia Ziemi,
- b) strefie półcienia Księżyca,
- c) w cieniu Słońca,
- d) dokładnie pomiędzy Słońcem a Księżycem.

X. W którym miesiącu roku może dojść do zakrycia Aldebarana przez Księżyc w III kwadrze

- a) marzec,
- b) czerwiec,
- c) wrzesień,
- d) grudzień.

XI. Promień Księżyca jest mniejszy od promienia Ziemi ok. 4 razy. Średnie albedo Księżyca i Ziemi wynoszą odpowiednio ok. 0,12 i 0,36. Sonda Mars Reconnaissance Orbiter przesłała zdjęcie układu Ziemia - Księżyc. Ile razy Ziemia jest jaśniejsza od Księżyca na tym zdjęciu?

- a) 4/9
- b) 4/3
- c) 12
- d) 48

XII. Sonda New Horizons znajduje się obecnie w odległości około 54 au od Słońca i poruszała się z prędkością hiperboliczną (około 14 km/s). W przyszłości prędkość sondy będzie malała odwrotnie proporcjonalnie do:

- a) odległości od Słońca,
- b) pierwiastka kwadratowego z odległości od Słońca,
- c) kwadratu odległości od Słońca
- d) żadne z powyższych.

XIII. Transport energii za pomocą konwekcji zachodzi

- a) w centrum gwiazdy o masie $10 M_{\odot}$,
- b) w górnych warstwach atmosfery gwiazdy o masie $10 M_{\odot}$,
- c) w centrum gwiazdy o masie $1 M_{\odot}$,
- d) w górnych warstwach atmosfery gwiazdy o masie $1 M_{\odot}$.

XIV. Wybierz prawdziwe stwierdzenia:

- a) im większa masa gwiazdy ciągu głównego, tym większy jej promień,
- b) im wyższa temperatura efektywna gwiazdy ciągu głównego, tym mniejsza jej średnia gęstość,
- c) promień gwiazdy ciągu głównego nie zależy od jej metaliczności,
- d) im gwiazda jest bardziej masywna, tym dłuższy czas jej życia na ciągu głównym.

XV. Linia widmowa powstająca w wyniku przejścia elektronu z orbitalu $n=4$ na $n=3$ w atomie wodoru znajduje się

- a) w ultrafiolecie,
- b) w zakresie optycznym,
- c) w podczerwieni,
- d) w zakresie mikrofalowym.

Rozwiązania niektórych zadań

I. Jaka będzie sumaryczna wielkość gwiazdowa układu podwójnego, którego składniki mają identyczną wielkość 2 magnitudo.

a) 0

b) 1,25

c) 2,75

d) 4

Dane:

$$m_1 = m_2 = 2 \text{ mag}$$

gdzie: m_1 i m_2

Szukane:

$$M = ?$$

- Sumaryczna wielkość gwiazdowa

- Wielkości gwiazdowe składników

I_1 I_2 - Jasności składników

I_{12} - Jasność sumaryczna

Różnica pomiędzy sumaryczną wielkością gwiazdową a wielkością pierwszego składnika z wzoru Pogsona

$$\Rightarrow I_1 = I_2 = I$$

$$I_{12} = I_1 + I_2 = 2I$$

$$M - m_1 = 2,5 \log \frac{I_1}{I_{12}} = 2,5 \log \frac{I}{2I}$$

$$M - m_1 = 2,5 \log \frac{1}{2} \approx -0,75$$

$$M = m_1 - 0,75 = 2 - 0,75 = \underline{\underline{1,25}}$$

WYNIK:

$$M = 1,25 \text{ mag} \Rightarrow \text{ODPOWIEDŹ b)}$$

II. Ile razy więcej światła zbierze teleskop SALT (średnica $d_1 = 11$ m) w porównaniu z teleskopem Uniwersytetu Pedagogicznego na Suhorze ($d_2 = 60$ cm)

- a) tyle samo b) ~18 razy więcej c) **ponad 300 razy więcej** d) 1000 razy

Dane:

$$d_1 = 11 \text{ m}$$

$$d_2 = 60 \text{ cm} = 0,6 \text{ m}$$

Pola powierzchni zbierających światło obu teleskopów:

$$P_1 = \pi r_1^2 = \pi \frac{d_1^2}{4}$$

$$P_2 = \pi \frac{d_2^2}{4}$$

Stosunek wielkości tych powierzchni:

$$X = \frac{P_1}{P_2} = \frac{\cancel{\pi} \frac{d_1^2}{\cancel{4}}}{\cancel{\pi} \frac{d_2^2}{\cancel{4}}} = \frac{d_1^2}{d_2^2} = \frac{121}{0,36} = 336,111$$

ODPOWIEDZ: c) ponad 300 razy

III. Geolodzy odkryli, że pod koniec epoki dinozaurów cała powierzchnia Ziemi została pokryta warstwą pewnej substancji meteorytowego pochodzenia zawierającą m.in. iryd. Warstwa ta ma około 1cm grubości. Zakładając, że mordercza planetoida miała identyczny skład i gęstość jak opisana warstwa oszacuj jej promień

- a) 1 km **b) 10 km** c) 100 km d) 1000 km

Dane:

$R = 6371 \text{ km}$ - Promień Ziemi

$h = 1 \text{ cm} = 0,00001 \text{ km}$ - Grubość warstwy w kilometrach

Szukano: r

$$\begin{cases} V = 4\pi R^2 \cdot h \\ V = \frac{4}{3}\pi r^3 \end{cases}$$



$$\frac{4}{3}\pi r^3 = 4\pi R^2 \cdot h / 0.3$$

$$r^3 = 3 R^2 \cdot h$$

$$r = \sqrt[3]{3 R^2 \cdot h}$$

$$r = 7,697 \dots \text{ km} \approx \underline{\underline{10 \text{ km}}}$$

Objętość warstwy materii na powierzchni kuli przybliżono przez pole powierzchni kuli pomnożone przez grubość warstwy

Taką samą objętość powinna mieć kula o poszukiwanym promieniu r

IV. Według astronomicznej rachuby dni juliańskich 1 stycznia 2023 o godzinie 12:00 UT rozpocznie się dzień JD 2459946,0. Kiedy i o której godzinie w Polsce będziemy mieć okrągłą datę JD 2460000,0

- a) 31 I o 24:00 **b) 24 II o 13:00** c) 21 III o 14:00 d) 31 XII 2023 o 24:00

Bez wdawania się w obliczenia można się zorientować, że godzina 13:00 UT odpowiada godzinie 13:00 w czasie zimowym oraz 14:00 w czasie letnim. Wszystkie opcje dotyczą czasu zimowego zatem poprawna może być tylko b)

V. Satelita krąży po kołowej orbicie, w płaszczyźnie równikowej w kierunku zgodnym z obrotem Ziemi. Okres orbitalny wynosi dokładnie 24 godziny. Ile czasu potrzeba aby punkt podsatelitarny przewędrował dookoła świata wzdłuż całej długości równika?

- a) 23h56m b) 24h c) 360 dni **d) rok**

Okres obrotu Ziemi czyli doba gwiazdowa trwa 25h 56m 4.09s. Tyle samo wynosi okres orbitalny satelitów geostacjonarnych. Natomiast 24h trwa doba słoneczna. Różnica tych wielkości (~3m56s) przejawia się jako ruch roczny Słońca po ekliptyce. Analogicznie dla obserwatora geocentrycznego pozycja satelity będzie się przemieszczać po równiku na tle gwiazd w ciągu roku. Jeśli w obliczeniach zamiast dokładne wartości 3m56s przyjmą zaokrąglenie do 4 minut to otrzymuje się wynik równy 360 dni czyli zaokrąglenie 365.2422 co nie jest poprawne.

XI. Promień Księżyca jest mniejszy od promienia Ziemi ok. 4 razy. Średnie albedo Księżyca i Ziemi wynoszą odpowiednio ok. 0,12 i 0,36. Sonda Mars Reconnaissance Orbiter przesłała zdjęcie układu Ziemia - Księżyc. Ile razy Ziemia jest jaśniejsza od Księżyca na tym zdjęciu?

Fazy Ziemi i Księżyca z sondy marsjańskiej są praktycznie identyczne.

Kąt bryłowy tworzony przez Ziemię jest $4 \times 4 = 16$ większy od kąta bryłowego Księżyca.

Stosunek jasności powierzchniowych Ziemia/Księżyc jest równy stosunkowi albedo czyli 3.

A teraz mnożenie: $3 \times 16 = 48$, czyli d)

XII. Sonda New Horizons znajduje się obecnie w odległości około 54 au od Słońca i poruszała się z prędkością hiperboliczną (około 14 km/s). W przyszłości prędkość sondy będzie malała odwrotnie proporcjonalnie do:

- a) odległości od Słońca,
- b) pierwiastka kwadratowego z odległości od Słońca,
- c) kwadratu odległości od Słońca
- d) żadne z powyższych.

Z zasady zachowania energii: suma energii kinetycznej i potencjalnej (gravitacyjnej) New Horizons jest większa od zera, bo orbita hiperboliczna.

Zatem:

$$\frac{v^2}{2} - G \frac{M}{r} = E > 0$$

Oznaczenia:

v - prędkość sondy, M - masa Słońca, r - odległość sondy od Słońca,

E - energia całkowita jednostki masy sondy.

Zatem

$$v = \sqrt{2E + G \frac{M}{r}}$$

Czyli d) żadne z powyższych.