



# LV Olimpiada Astronomiczna

## Wybór zadań

### Druga seria zadań zawodów I stopnia

1. Czas zakrywania planetoidy przez Księżyc, czyli czas jaki upłynął od pierwszego do drugiego kontaktu wyniósł  $\Delta t = 1,4$  sekundy. W czasie pomiaru obserwowaną na sferze zmianę położenia planetoidy względem Księżyca można uznać za jednostajną po linii prostej z prędkością kątową  $\omega = 0,530/\text{godz}$ . Dodatkowo wiemy, że podczas zakrycia minimalna odległość pomiędzy środkami Księżyca i planetoidy wyniosła  $3/4$  promienia kąтового Księżyca. Jakie wynikają stąd kątowe rozmiary planetoidy jeśli obydwa ciała potraktować jako idealne kule i przyjąć, że Księżyc miał średnicę kątową  $R = 32'$ , a planetoida była w pobliżu opozycji?

2. Gwiazdy supernowe typu Ia, których jasność absolutna w maksimum wynosi  $-19,3$  mag, stanowią niezwykle ważny wskaźnik odległości we Wszechświecie (tzw. świece standardowe). Podaj, w jakiej odległości od Ziemi znajdowałyby się gwiazda supernowa typu Ia, gdyby jej jasność obserwowana była taka, jak jasność obserwowana Słońca. Oceń, jakie skutki dla życia na Ziemi mógłby spowodować wybuch supernowej w takiej odległości. Brakujące dane wyszukaj samodzielnie.

### Zadania zawodów II stopnia

1. W grudniu 2011 roku doniesiono o odkryciu pozasłonecznej planety „Kepler 22-b” o promieniu ponad dwukrotnie większym od promienia Ziemi, obiegającej macierzystą gwiazdę w ciągu 290 dni. Gwiazda ma promień  $0,98$  promienia Słońca i masę  $0,97$  masy Słońca oraz temperaturę efektywną  $5500$  K, a planeta obiega ją po orbicie zbliżonej do okręgu. Traktując planety jak ciała doskonale czarne, porównaj warunki termiczne planety Kepler 22-b z warunkami termicznymi planet znajdujących się w strefie ekosfery naszego Słońca. Wymień w punktach inne warunki, które powinny być spełnione, aby na tej planecie mogło istnieć życie w formach spotykanych na Ziemi.

2. Rozpatrujemy keplerowską orbitę gwiazdy podwójnej w układzie związanym z jednym z jej składników, nazywanym gwiazdą centralną. Oblicz mimośród  $e$  tej orbity oraz kąt nachylenia i jej płaszczyzny do płaszczyzny prostopadłej do kierunku widzenia, gdy obserwowana orbita, tj. rzut orbity keplerowskiej na płaszczyznę prostopadłą do kierunku widzenia, jest:

- elipsą o wielkiej półosi  $a = 1,6''$  i małej półosi  $b = 1,1''$ , a gwiazda centralna leży w środku tej elipsy, to znaczy w punkcie przecięcia jej osi;
- okręgiem, a gwiazda centralna leży w połowie promienia tego okręgu;
- elipsą o wielkiej półosi  $a = 2,1''$  i małej półosi  $b = 1,4''$ , a gwiazda centralna leży dokładnie w połowie małej półosi tej elipsy.

### Zadania zawodów III stopnia

1. Z początkiem roku 2011 doniesiono o znalezieniu ciała o masach kilkunastu mas Jowisza i temperaturach zbliżonych do ziemskich. Oszacuj tempo stygnięcia takich ciał. W tym celu załóż dla uproszczenia, że temperatura ciała zmienia się jednakowo w całej objętości, a ciało ma masę  $10$  mas Jowisza, gęstość  $1000$  kg/m<sup>3</sup> i temperaturę efektywną  $300$  K oraz zbudowane jest z gazu doskonałego o masie molowej  $2$  g/mol. W szczególności określ ile lat będzie trwało zmniejszenie temperatury o  $1$  stopień. Przyjmij, że ciepło molowe rozpatrywanego gazu wynosi  $\frac{5}{2}R$ , gdzie  $R$  jest stałą gazową, a masa Jowisza jest równa  $2 \cdot 10^{27}$  kg.

2. Na podstawie obserwacji przelotu satelity stwierdzono, że odległość kątową od zenitu do wysokości  $h = 40^\circ$  pokonał on w czasie  $\Delta t = 105$  s. Wyznacz okres obiegu  $T$  tego satelity oraz promień  $R$  jego kołowej orbity. W rozwiązaniu pominij wpływ ruchu obrotowego Ziemi i przyjmij: promień Ziemi  $r = 6370$  km; wartość pierwszej prędkości kosmicznej  $v_I = 7,91$  km/s.

3. Obiegający Ziemię satelita składa się z dwóch części o jednakowych masach równych  $100$  ton każda, połączonych liną, której kierunek stale pokrywa się z kierunkiem promienia wodzącego satelity. Przyjmując, że orbita satelity jest okręgiem, oblicz okres obiegu tego satelity oraz naprężenie liny rozumiane jako siła przenoszona przez linę. Przyjmij, że odległość „dolnej” części satelity od środka Ziemi wynosi  $6600$  km, długość liny wynosi  $100$  km, a sama lina ma znikomą masę.

### Końcowa klasyfikacja zawodów finałowych (I–V: laureaci, VI–XXV: finaliści):

- Filip Ficek (Kraków),
- Kacper Bucki (Kęty),
- Jakub Klencki (Łódź),
- Aleksandra Hamanowicz (Toruń),
- Przemysław Kuta (Tarnów),
- Mateusz Krakowczyk (Rybnik),
- Jerzy Knopik (Łódź),
- Mieszko Rutkowski (Kraków),
- Magdalena Stasiewicz (Białystok),
- Mateusz Czyżnikiewicz (Toruń),
- Łukasz Pietrasik (Wrocław),
- Piotr Kołaczek-Szymański (Szczecin),
- Joanna Starobrat (Lublin),
- Jakub Ahaddad (Krosno),
- Konrad Szymański (Kraków),
- Maciej Głowacki (Krosno),
- Damian Mazurek (Lublin),
- Szymon Popławski (Białystok),
- Martyna Chruślińska (Szczecin),
- Remigiusz Lewandowski (Sielce),
- Małgorzata Kaczmarczyk (Wrocław),
- Przemysław Gumieny (Knurów),
- Ewelina Kucal (Radziejów),
- Henryka Netzel (Wrocław),
- Piotr Staroń (Kraków).