

# LXVI Olimpiada Astronomiczna

## DRUGA SERIA ZADAŃ

### Zadania teoretyczne

4. Jak wiadomo neutrino mają masę (szacowaną na mniej niż  $1\text{eV}/c^2$ ) co powoduje, że poruszają się z prędkością zależną od energii ale mniejszą od światła. Zakładając, do celów oszacowania wielkości zjawiska, że energia spoczynkowa neutrino (czyli  $mc^2$ ) wynosi  $1\text{eV}$  oblicz o ile opóźni się neutrino o energii  $1\text{MeV}$  względem wyemitowanego w tym samym momencie fotonu, w czasie drogi z Wielkiego Obłoku Magellana leżącego w odległości około 163 tysięcy lat świetlnych. [5 punktów]

5. Bohater opowiadania fantastycznonaukowego „Wyprawa na Lensję” (Urania 5/2021) opisuje wizytę na planecie swobodnej, przemierzającej samotnie kosmos nie związanej z żadną gwiazdą. Mieszkańcy Lensji czerpią energię z pierwiastków promieniotwórczych zalegających pod powierzchnią planety. Oblicz minimalną masę pierwiastków promieniotwórczych, których rozpad wytwarzałby taką moc, z jaką Słońce ogrzewa Ziemię.

Rozważ wyłącznie reakcje rozpadu Uranu-238 do Ołowiu-206. W jednej takiej reakcji wydzielana jest energia  $51,8\text{MeV}$ , a czas połowicznego rozpadu wynosi 4,5 miliarda lat. Załóż, że promień Lensji jest równy promieniowi Ziemi. Masa Uranu-238 wynosi  $221,7\text{GeV}/c^2$ . Pozostałe dane liczbowe wyszukaj samodzielnie. [5 punktów]

6. Starlink to system satelitów telekomunikacyjnych, którego celem jest dostarczanie łączności internetowej na całym globie. Sieć składa się obecnie z ponad 3000 satelitów krążących po kołowych orbitach na wysokości około 550 km nad powierzchnią Ziemi, jednak planowane jest skonstruowanie i wystrzelenie łącznie prawie 42000 satelitów. Zakładając, że satelity są rozmieszczone równomiernie w przestrzeni i że mogą dostarczać Internet bez zakłóceń, jeżeli znajdują się na wysokości co najmniej  $30^\circ$  nad horyzontem, oszacuj minimalną liczbę satelitów potrzebnych do pokrycia sygnałem całej kuli ziemskiej. [5 punktów]

7. Dla pewnego układu podwójnego zaobserwowano serię zaćmień i wyznaczono momenty minimów „O” (w Dniach Juliańskich) załączonych w tabeli. Przeprowadź ich analizę w następujących krokach:

- a) Dla każdego z minimów oblicz wartość  $O - C$  czyli różnicę pomiędzy momentem obserwowanym  $O$ , a momentem przewidywanym  $C$  (inaczej kalkulowanym),  
gdzie:  $C$  – moment przewidywany na podstawie efemerydy liniowej:  $C = M_o + E \cdot P$ ,  
 $M_o$  – moment zaćmienia początkowego podawany zwykle w Dniach Juliańskich,  
 $E$  – epoka (czyli numer kolejnego zaćmienia),  
 $P$  – okres orbitalny podawany w dniach,

Dla każdego obserwowanego momentu  $O$  należy znaleźć taką wartość  $E$ , aby otrzymany kalkulowany moment zaćmienia  $C$  był jak najbliższy zaobserwowanemu momentowi  $O$ .

[1 punkt]

- b) Narysuj diagram „O-C” przedstawiający dla wszystkich punktów różnice pomiędzy O i C w funkcji czasu podawanego zwykle w Dniach Juliańskich. [1 punkt]

Jeśli zastosowana efemeryda ( $M_0$  i  $P$ ) jest poprawna, wykres powinien mieć przebieg taki jak funkcja liniowa  $y = ax + b$  o współczynnikach  $a=0$  i  $b=0$  (czyli  $y=0$ )

Jeśli punkty na diagramie układają się wzdłuż innej prostej to oznacza, że przyjęta wartości  $M_0$  i  $P$  są niepoprawne. Niezerowy współczynnik kierunkowy równania prostej **a** wiąże się z przyjęciem nieprawidłowej wartości okresu  $P$ , natomiast niezerowy wyraz **b** oznacza błędną wartość  $M_0$ . Gdy diagram układa się w linię łamaną oznacza to zmiany okresu orbitalnego gwiazdy.

- c) Na wykresie wybierz fragmenty liniowe i dopasuj do nich linie proste. [1 punkt]  
d) Określ czas, kiedy dochodziło do zmian okresu orbitalnego. [0,5 punktu]  
e) Oszacuj wartości okresu przed i po zmianach. [1,5 punkt]

Efemeryda gwiazdy AA Cas:  $M_0 = 2434330.233$  [JD]  $P = 2.1420443$  dni.

**Tabela 1 – zaobserwowane momenty minimów jasności O (w Dniach Juliańskich).**

1. 2415949,419	24. 2441848,773
2. 2417065,407	25. 2445614,539
3. 2417397,430	26. 2445989,3902
4. 2419665,816	27. 2446743,3985
5. 2422630,407	28. 2446756,2465
6. 2424239,070	29. 2447060,4305
7. 2424738,170	30. 2453306,7049
8. 2426458,217	31. 2454718,3299
9. 2427053,743	32. 2454720,4736
10. 2428949,398	33. 2454769,7426
11. 2429146,454	34. 2454840,4305
12. 2429756,948	35. 2455052,4954
13. 2430712,273	36. 2455097,4815
14. 2431819,711	37. 2455155,3169
15. 2432466,604	38. 2455155,3217
16. 2434120,261	39. 2455776,5151
17. 2434330,172	40. 2456222,0653
18. 2435373,349	41. 2456483,3934
19. 2435426,929	42. 2456920,3760
20. 2435838,186	43. 2457327,3696
21. 2437466,143	44. 2457329,5155
22. 2439327,584	45. 2457569,4267
23. 2440818,430	46. 2457764,3516

Elementem rozwiązania mogą być pliki z arkuszy kalkulacyjnych lub pliki graficzne z wykresami.

## Internetowe zadanie obserwacyjne

[5 punktów]

Dnia 25 października 2022 nastąpi częściowe zaćmienie Słońca, Wyszukaj w Internecie i przeprowadź analizę zdjęć zaćmienia wykonanych w pobliżu maksymalnej fazy z dwóch różnych miejsc na powierzchni Ziemi.

- a) Na zdjęciach zaznacz środki tarcz Słońca i Księżyca. [0,5 p]
- b) Wyznacz odległość kątową środków tarcz od siebie. [0,5 p]
- c) Wyznacz średnicę kątową tarczy Księżyca. [0,5 p]
- d) Oszacuj fazę zaćmienia w obu miejscach. [0,5 p]
- e) Na podstawie powyższych wyników oszacuj odległość Ziemia - Księżyc. [1,5 p]
- f) Oszacuj jak wysoko nad biegunem północnym (na osi obrotu Ziemi), musiałby się znaleźć obserwator aby zobaczyć zaćmienie całkowite. [1,5 p]

### UWAGI:

W rozwiązaniach proszę podać źródło analizowanych zdjęć.

Dopuszcza się zdjęcia wykonane samodzielnie z zachowaniem wszelkich zasad bezpiecznego obserwowania Słońca.

Zdjęciem może być też na przykład przechwycony kadr z transmisji zaćmienia.

Można wykorzystać zdjęcia z innego zaćmienia częściowego, ale bez polecenia f.

Przyjmij, że średnica kątowa Słońca to dokładnie 30'. Inne wartości liczbowe wyszukaj samodzielnie.

Mapa zaćmienia: [https://www.uraniam.edu.pl/pliki/almanach/2022/Bloki/Zacmienia\\_Sl.pdf](https://www.uraniam.edu.pl/pliki/almanach/2022/Bloki/Zacmienia_Sl.pdf)

*Rozwiązania wszystkich zadań teoretycznych 4-7 należy przysyłać do 14 listopada na adres [olimpiada@planetarium.edu.pl](mailto:olimpiada@planetarium.edu.pl) łącznie z rozwiązaniem jednego z zadań obserwacyjnych 1-6 (opublikowanych we wrześniu) lub – przy braku pogody – Internetowego zadania obserwacyjnego,*

*Powinny mieć one postać plików komputerowych w popularnych formatach (np.: pdf, doc, jpg).*

*Kod zawodnika powinien być wpisany na każdej stronie rozwiązań oraz w nazwie pliku. Osobne pliki dla każdego zadania proszę nazwać wg schematu: numer zadania – kod zawodnika (np, zad3-X28, pdf).*

*Zadania rozwiązywane są w warunkach pracy domowej, więc przesyłane pliki „na czysto” powinny być czytelne, wolne od skreśleń i poprawek.*