

# LXI Olimpiada Astronomiczna 2017/2018

## Zadania zawodów II stopnia

1. W dniu 17 sierpnia 2017 roku o godzinie 12:41 UT zaobserwowano po raz pierwszy fale grawitacyjne powstałe w wyniku połączenia się (zderzenia) dwóch gwiazd neutronowych. Niemal jednocześnie zarejestrowano błysk promieniowania gamma pochodzący z tego samego kierunku. Udało się również zidentyfikować odpowiednik optyczny (tzw. kilonową) w galaktyce NGC 4993 oddalonej od nas o  $D = 40,0$  Mpc.

Następnego dnia po zarejestrowaniu fal grawitacyjnych, tzn. 18 sierpnia o godzinie 23:17 UT, uzyskano widmo kilonowej, które przypominało widmo ciała doskonale czarnego. Bolometryczna jasność obserwowana kilonowej wynosiła wtedy  $m = 17,94$  mag.

Oszacuj prędkość, z jaką poruszała się materia wyrzucona podczas wybuchu i porównaj jej wartość z prędkością światła. W obliczeniach przyjmij, że temperatura efektywna ekspandującej materii kilonowej wynosiła  $T = 4800$  K.

2. Świecąc odbitym światłem słonecznym, Księżyc jest najjaśniejszym ciałem niebieskim widocznym nocą. Podczas nowiu świeci on jednak tzw. światłem popielatym, gdyż jest oświetlany przez Ziemię, która sama świeci wówczas odbitym światłem słonecznym.

Oceń wielkość gwiazdową światła popielatego Księżyca, korzystając z poniższych danych liczbowych:

$b_Z = 0,37$	średnie albedo Ziemi,
$r_Z = 6370$ km	średni promień Ziemi,
$b_K = 0,11$	średnie albedo Księżyca,
$r_K = 1740$ km	promień Księżyca,
$m_{KP} = -12,7$ mag	wielkość gwiazdowa Księżyca w pełni,
$m_S = -26,8$ mag	wielkość gwiazdowa Słońca.

3. Aparatem fotograficznym wykonano zdjęcie Księżyca. Oblicz wartość prawdopodobieństwa, że w chwili wykonywania tego zdjęcia odległość Księżyca od Ziemi była mniejsza od wielkiej półosi orbity Księżyca.

4. Współrzędne ekliptyczne środków: Małego Obłoku Magellana (SMC) oraz gromady kulistej Omega Centauri (NGC 5139) dla epoki 2000,0 wynosiły odpowiednio:

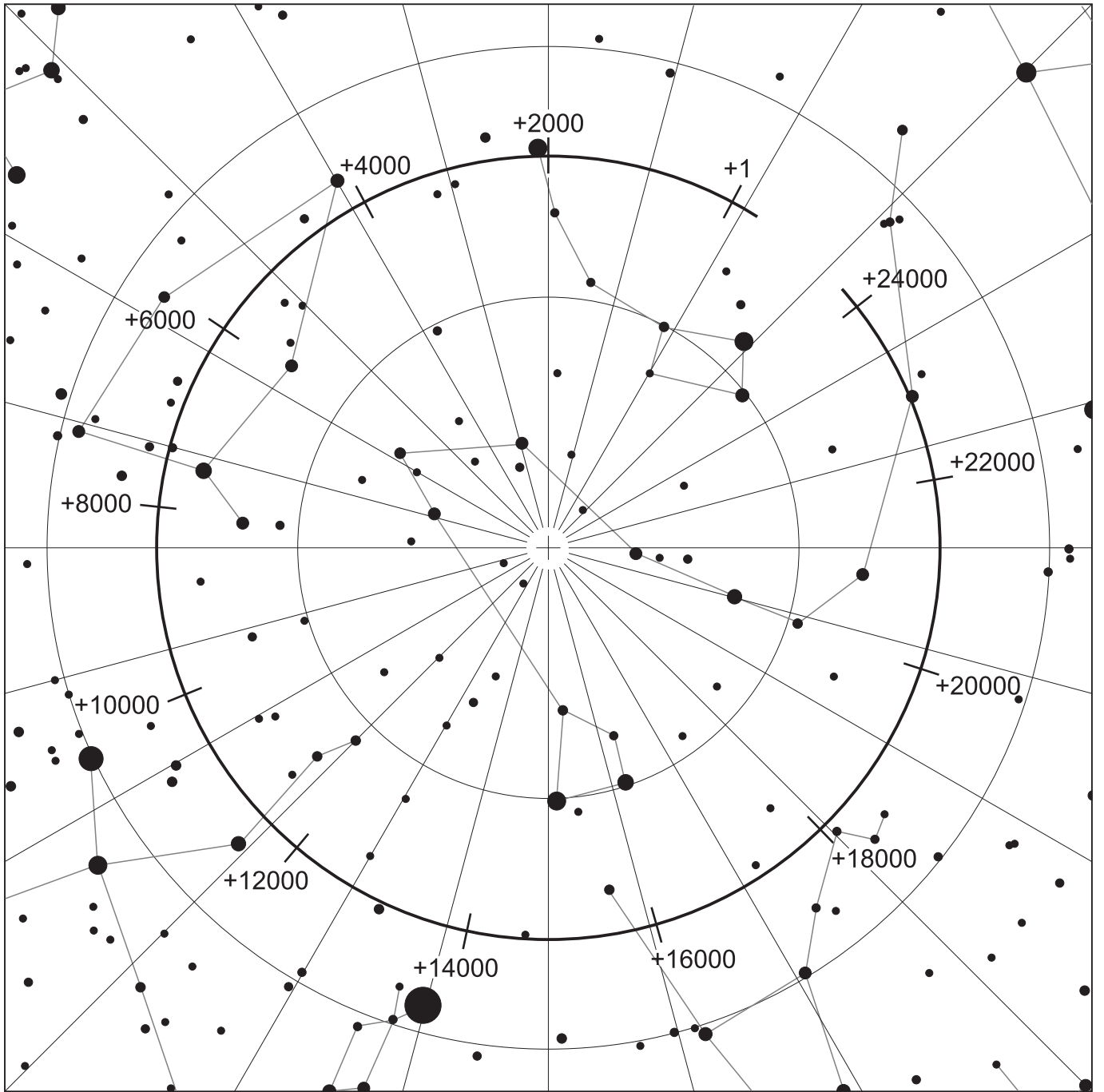
szerokość ekliptyczna  $\beta_{SMC} = -64,6^\circ$ ; długość ekliptyczna  $\lambda_{SMC} = 312,1^\circ$ ,  
szerokość ekliptyczna  $\beta_{5139} = -35,2^\circ$ ; długość ekliptyczna  $\lambda_{5139} = 219,8^\circ$ .

Czy w naszych szerokościach geograficznych:  $\varphi \in (49^\circ \text{N}; 55^\circ \text{N})$ , w wyniku precesji osi ziemskiej, któryś z wymienionych obiektów może znaleźć się ponad horyzontem astronomicznym? Jeśli tak, to jaka może być jego maksymalna wysokość i kiedy może to nastąpić?

Załączony rysunek obejmuje fragment sfery niebieskiej z zaznaczonym północnym kołem precesji i siatką współrzędnych ekliptycznych na epokę 2000,0. W rozwiązaniu przyjmij, że nachylenie równika niebieskiego do ekliptyki nie zmienia się w czasie.

**KGOA**

**Uwaga:** Wybrane stałe astronomiczne i fizyczne wraz z uwagami i wskazówkami 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.



załącznik do zadania 4.

## 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)	$3,0860 \cdot 10^{16} \text{ m} = 206\,265 \text{ au}$
Rok gwiazdowy	365,2564 doby słonecznej
Rok zwrotnikowy	365,2422 doby słonecznej
Miesiąc sydereczny	$27^{\text{d}} 07^{\text{h}} 43^{\text{m}} 11^{\text{s}},5$
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 ( $R_{\oplus}$ )	$6,371 \cdot 10^6 \text{ m}$
Mimośród orbity Ziemi ( $e_{\oplus}$ )	0,01671
Okres precesji osi ziemskiej	$\sim 25\,800 \text{ lat}$
Średnia odległość Ziemia–Księżyc	$3,844 \cdot 10^8 \text{ m}$
Mimośród (średni) orbity Księżyca ( $e_{\text{C}}$ )	0,0549
Masa Księżyca ( $M_{\text{C}}$ )	$7,349 \cdot 10^{22} \text{ kg}$
Promień Księżyca ( $r_{\text{C}}$ )	$1,737 \cdot 10^6 \text{ m}$
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 ( $m_{\odot}$ )	$-26,74^{\text{m}}$
Bolometryczna jasność absolutna Słońca ( $M_{\text{bol } \odot}$ )	$4,74^{\text{m}}$
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 ( $\sigma$ )	$5,6704 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$
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 Hubble'a ( $H$ )	$70 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$
Aktualne nachylenie ekliptyki do równika ( $\epsilon$ )	$23^{\circ} 26,3'$
Nachylenie orbity Księżyca do ekliptyki ( $i$ )	$5^{\circ} 08,7'$
Współrzędne równikowe północnego bieguna ekliptycznego w epoce 2000.0	$18^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}}; + 66^{\circ} 33,6'$
Współrzędne równikowe północnego bieguna galaktycznego w epoce 2000.0	$12^{\text{h}} 51^{\text{m}}; + 27^{\circ} 08'$

### Uwagi i wskazówki

**Kilonowa** – zjawisko polegające na zderzeniu dwóch gwiazd neutronowych lub gwiazdy neutronowej i czarnej dziury. Nazwa pochodzi z połączenia słów: kilo (tysiąc) i nowa; typowa kilonowa ma jasność tysięcy nowych klasycznych. Oprócz fal grawitacyjnych, kilonowe wytwarzają promieniowanie elektromagnetyczne. Uważa się, że jego źródłem jest rozpad promieniotwórczy ciężkich izotopów, powstałych w materii wyrzuconej podczas łączenia się gwiazd neutronowych.

**Albedo** – parametr określający zdolność odbijania promieni przez daną powierzchnię, wyrażany stosunkiem ilości promieniowania odbitego do padającego.

Długość ekliptyczną mierzymy od punktu Barana, w kierunku ruchu rocznego Słońca.

Obwód koła precesji jest zbiorem miejsc na sferze, w których na skutek precesji osi ziemskiej może znaleźć się biegun niebieski.