

LXIV OLIMPIADA ASTRONOMICZNA 2020/2021 PIERWSZA SERIA ZADAŃ

1. W kwietniu 2019 roku opublikowano pierwszy w historii obraz czarnej dziury, wykonany za pomocą radioteleskopów tworzących Teleskop Horyzontu Zdarzeń (*Event Horizon Telescope*). Celem obserwacji EHT są w szczególności dwie czarne dziury – supermasywna czarna dziura znajdująca się w centrum galaktyki M87 oraz czarna dziura z centrum Drogi Mlecznej.

Oblicz i porównaj rozmiary kątowe horyzontów zdarzeń tych czarnych dziur.

Informacje dotyczące obu galaktyk, potrzebne do przeprowadzenia oszacowań, wyszukaj samodzielnie.

2. Kiedy, z terenu Twojego miejsca zamieszkania, możliwe było zaobserwowanie ponad horyzontem astronomicznym gwiazdozbioru Krzyża Południa i to na możliwie największej wysokości?

Jaka była wtedy wysokość centralnego punktu tego gwiazdozbioru?

Potrzebne informacje wyszukaj samodzielnie.

3. ZADANIE TESTOWE

Odpowiedzi uzasadnij:

I. Planetoida obiega Słońce po orbicie eliptycznej. W peryhelium zbliża się do Słońca na odległość 0,5 au, a jej aphelium znajduje się w odległości 1,5 au.

Ile wynosi okres obiegu tej planetoidy wokół Słońca?

II. Podczas opozycji odległość Jowisza od Ziemi wynosi $d \approx 4,2$ au, a jego widoma wielkość gwiazdowa $m \approx -2,5^m$. Jaka byłaby wielkość gwiazdowa Jowisza, gdyby znajdował się on w opozycji i w odległości od Słońca $r = 11$ au.

Przyjmij, że orbity planet są współpłaszczyznowymi okręgami.

III. Jakie powiększenie powinien mieć teleskop, aby Jowisz (oglądany w opozycji) miał taką samą średnicę kątową, jak Księżyc obserwowany nieuzbrojonym okiem?

Jaką średnicę obiektywu powinien mieć teleskop, aby jego zdolność rozdzielcza była zbliżona do rozdzielczości obrazu Księżyca, widzianego nieuzbrojonym okiem?

Potrzebne dane wyszukaj samodzielnie.

IV. Słońce powstało około 4,5 miliarda lat temu. Przyjmując, że jego jasność nie ulegała zmianom, oszacuj, jaka część jego masy została do tej pory zamieniona na energię promienistą – wynik podaj w procentach.

V. Prawo Hubble'a-Lemaître'a pozwala wyznaczyć odległość galaktyki na podstawie pomiaru jej prędkości radialnej. Galaktyki w gromadach poruszają się chaotycznie z prędkościami rzędu 1000 km/s. Opisz pozorny kształt gromady galaktyk, jeżeli do oceny odległości będziemy korzystali wyłącznie ze wspomnianego wyżej prawa.

Które z poniższych stwierdzeń są prawdziwe?

- VI.**
- a) Cały wodór we Wszechświecie powstał w pierwszych kilku minutach po chwili początkowej Wielkiego Wybuchu.
 - b) Cały hel został wytworzony podobnie jak wodór.
 - c) Gwiazdy położone w pobliżu jasnego końca ciągu głównego to wyłącznie gwiazdy I populacji
 - d) Gwiazdy całkowicie pozbawione cięższych pierwiastków obserwujemy jedynie w obszarach zewnętrznych Drogi Mlecznej.

VII.

Gdyby w wyniku ewolucji Słońce, zachowując swoją obecną masę, zmieniło się w czarną dziurę (czego nie przewidują modele ewolucji gwiazd), to orbity wszystkich planet:

- a) uległyby znacznemu zmniejszeniu,
- b) uległyby wyraźnemu powiększeniu,
- c) pozostały zasadniczo niezmienione,
- d) uzyskałyby większe mimośrodowość,
- e) stałyby się bardziej kołowe.

VIII.

Od kilku lat jesteśmy w stanie rejestrować fale grawitacyjne powstałe w wyniku gwałtownego połączenia się krążących wokół siebie zwartych obiektów (czarnych dziur czy gwiazd neutronowych). Masa końcowa nowo powstałego obiektu jest:

- a) równa sumie mas zlewających się obiektów,
- b) jest mniejsza niż suma mas, gdyż część energii unoszą fale grawitacyjne,
- c) jest większa niż suma mas, gdyż fale grawitacyjne niosą ujemną energię.

IX. a) Pierścienie Saturna są bardzo cienkie i stają się praktycznie niewidoczne, gdy Ziemia znajdzie się w ich płaszczyźnie.

b) Mimo że pierścienie Saturna są bardzo cienkie, można je dostrzec z Ziemi na tle nieoświetlonej przez Słońce części tarczy planety, gdy znajduje się ona w I lub III kwadrze,

c) Pierścienie Saturna mimo że są cienkie, silnie przesłaniają znajdujące się poza nimi gwiazdy.

X. Natężenie mikrofalowego promieniowania tła pozostałego po wczesnym, gorącym etapie istnienia Wszechświata:

- a) generalnie nie zmienia się w czasie,
- b) maleje, gdyż promieniowanie systematycznie "ucieka" do obszarów o mniejszej gęstości materii,
- c) maleje, gdyż wskutek ekspansji Wszechświata spada energia fotonów i ich gęstość przestrzenna,
- d) początkowo spadało, a obecnie wzrasta wskutek wzrostu stosunku gęstości ciemnej energii do gęstości ciemnej materii.

Termin przesłania rozwiązań upływa 12 października 2020 roku.

Nadesłanie rozwiązania zadania testowego (nr 3) jest warunkiem koniecznym dalszego udziału w olimpiadzie. W przypadku nadesłania rozwiązań obu zadań tekstowych (tzn. numeru 1 i 2), do klasyfikacji zawodów I stopnia zaliczone będzie zadanie ocenione wyżej.