

## LVIII Olimpiada Astronomiczna 2014/2015 Zawody III stopnia – zadania 1 i 2

### Zadanie 1.

Dla dwóch gwiazd ciągu głównego o typie widmowym zbliżonym do typu Słońca wyznaczono obserwowaną wielkość gwiazdową w barwie V i wskaźnik barwy (B–V):

	Gwiazda 1	Gwiazda 2
V	18,03	18,45
B-V	0,69	1,33

Wyznacz odległości do obu gwiazd.

Wiedząc, że jedna z gwiazd znajduje się w gwiazdozbiornie Łabędzia, a druga – w Wielkiej Niedźwiedzicy oraz, że ekstynkcja w barwie V,  $A_V = 0,75A_B$ , gdzie  $A_B$  jest ekstynkcją w barwie B, wskaż tę gwiazdę, która znajduje się w Łabędziu. Odpowiedź uzasadnij.

Uwaga: poniższa tabela podaje zależność między typem widmowym, a wskaźnikiem barwy (B - V) dla gwiazd różnych klas jasności:

Typ widmowy	B – V			
	V	III	II	Iab
O5	-0,33	-0,32	-0,32	-0,31
B2	-0,24	-0,24	-0,23	-0,17
B7	-0,13	-0,13	-0,12	-0,05
A2	0,05	0,05	0,03	0,03
A7	0,2	0,22	0,16	0,12
F2	0,35	0,35	0,3	0,23
F7	0,49	0,5	0,51	0,48
G2	0,63	0,77	0,81	0,87
G7	0,72	0,91	0,96	1,1
K2	0,91	1,16	1,29	1,36
K7	1,33	1,53	1,57	1,63
M2	1,4	1,6	1,6	1,69
M7	1,8	1,5	-	-

### Zadanie 2.

Z Ziemi wystrzelono sondę, której celem było badanie przestrzeni międzyplanetarnej. Weszła ona na wokółsłoneczną orbitę keplerowską, nachyloną do płaszczyzny ekliptyki. Sondę wystrzelono tak, by po upływie 4,5 roku powróciła na Ziemię, przy czym cały jej lot odbywał się w odległościach większych niż jedna jednostka astronomiczna od Słońca.

Oblicz maksymalną odległość, na jaką sonda oddaliła się od Słońca.

W rozwiązaniu przyjmij, że orbita Ziemi jest okręgiem oraz pomiń oddziaływania grawitacyjne pochodzące od planet (w tym również od Ziemi i Księżyca).

## LVIII Olimpiada Astronomiczna 2014/2015 Zawody III stopnia – zadanie 3

### Zadanie 3.

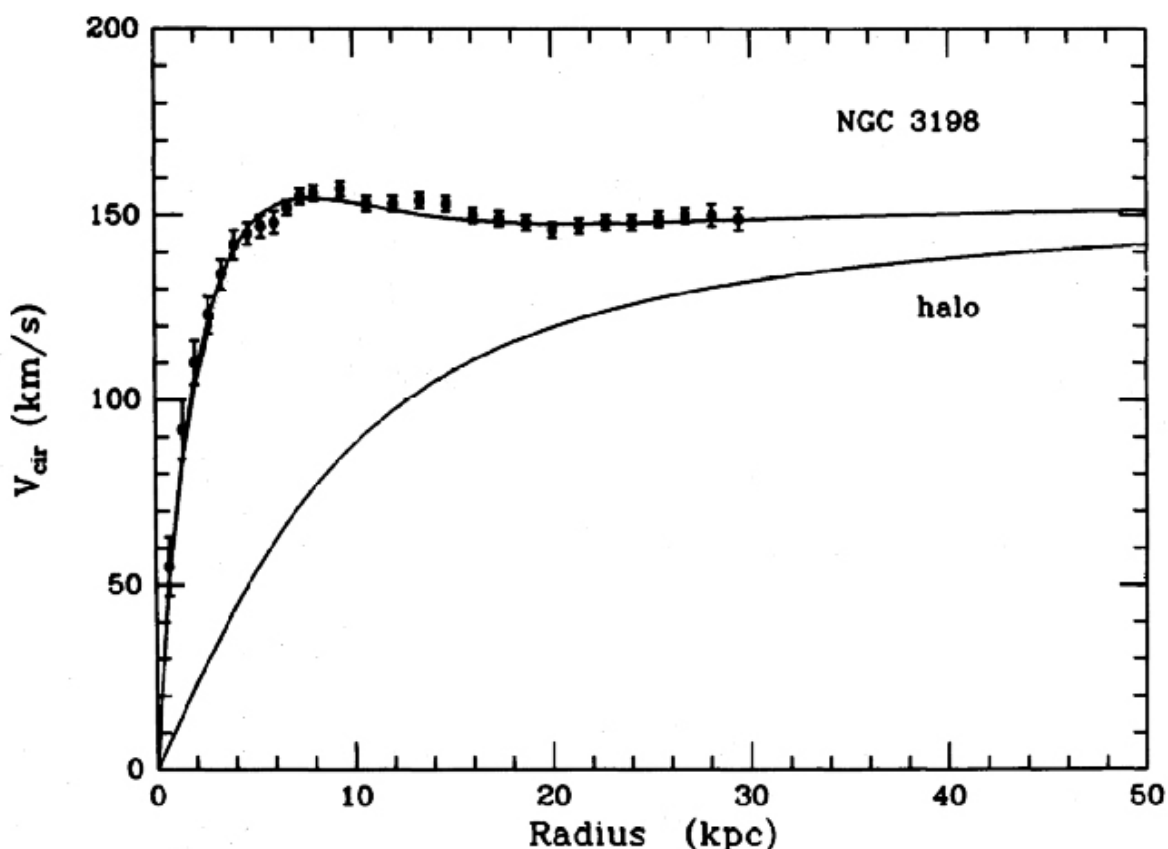
Jednym z ważniejszych dowodów istnienia ciemnej materii są tzw. *plaskie krzywe rotacji* galaktyk spiralnych. Obserwacje galaktyki NGC 3198 pokazują, że poza centralnym obszarem tej galaktyki, prędkość obiegowa gwiazd dysku bardzo słabo zależy od odległości od centrum – górna krzywa na załączonym wykresie.

Do tej krzywej dopasowano model, w którym całą materię galaktyki podzielono na dwa rozłączne rodzaje: *ciemną materię*, której istnienie ujawnia się jedynie przez oddziaływanie grawitacyjne oraz *zwykłą materię* gwiazdową, czyli tę obserwowalną. W modelu tym przyjęto założenia, że zarówno rozkład *ciemnej materii*, jak i *zwykłej materii* są sferycznie symetryczne.

Dla przypadku, gdyby NGC 3198 składała się wyłącznie z *ciemnej materii*, uzyskano z modelu przewidywany rozkład prędkości rotacji i przedstawiono go na wykresie – krzywa „halo”. Również z tego modelu uzyskano rozkład dla przypadku, gdyby galaktyka składała się wyłącznie ze *zwykłej materii* gwiazdowej, a krzywą nazwano „dysk”.

- I. Na załączonym wykresie, odtwórz wygląd krzywej „dysk”.
- II. Wyznacz masę ciemnej materii i masę materii gwiazdowej, zawartą wewnątrz kul o środkach w centrum NGC 3198 i promieniach 4 kpc oraz 40 kpc.
- III. Co możesz powiedzieć o rozkładzie gęstości obu składowych materii w dużych odległościach od centrum galaktyki, tzn. powyżej 30 kpc?

Rozkład prędkości kołowych gwiazd w galaktyce NGC 3198



## LVIII Olimpiada Astronomiczna 2014/2015 Zawody III stopnia – zadanie 4

### Zadanie 4b.

W południowej Polsce, dwaj obserwatorzy prowadzili fotograficzne obserwacje tego samego przelotu stacji kosmicznej ISS, wykonując zdjęcia 1 i 2. Migawki aparatów fotograficznych otworzyli prawie jednocześnie, a ekspozycje zakończyli w momencie wejścia ISS w cień Ziemi. Można przyjąć, że obserwatorzy znajdowali się na tym samym południku geograficznym i byli oddaleni od siebie o 24 km.

Wymień nazwy gwiazdozbiorów, których gwiazdy widoczne są na zdjęciach.

Mając do dyspozycji *Obrotową mapkę nieba* oszacuj, dla momentu wejścia stacji w cień Ziemi: odległości między obserwatorami a ISS [w kilometrach] oraz wysokości stacji ponad płaszczyznę horyzontu astronomicznego [w stopniach].

Przyjmij, że stacja kosmiczna obiega Ziemię po okręgu, w płaszczyźnie nachylonej do ziemskiego równika pod kątem 51,6 stopnia oraz że dla północnego obserwatora tor stacji przebiegał przez zenit.

(1)



(2)



## LVIII Olimpiada Astronomiczna 2014/2015 Zawody III stopnia – zadania 5 i 6

### Zadanie 5.

Rozwiązanie tego zadania należy sporządzić na *Karcie odpowiedzi* oraz na załączonej *Mapie nieba*, obejmującej gwiazdy o deklinacjach:  $\delta \in < -90^\circ; +30^\circ >$ .

Na sztucznym niebie planetarium odtworzone zostaną trzy statyczne sytuacje.

- I. Podczas tej sytuacji będzie odtwarzany wygląd nieba z pewnego miejsca na Ziemi:
  - a) na *Mapie nieba* wrysuj część lokalnego południka (widoczną ponad horyzontem),
  - b) określ lokalny czas gwiazdowy i szerokość geograficzną miejsca obserwacji,
  - c) podaj, co znajduje się w miejscach wskazanych strzałką, określ współrzędne horyzontalne tych miejsc i podaj nazwy gwiazdozbiorów, w których się znajdują.
- II. W drugiej sytuacji będzie wyświetlony Układ Słoneczny (z odległości około 10 au):
  - a) z pozycji obserwatora znajdującego się na Ziemi określ, w jakim znaku zodiaku znajduje się Słońce, a w jakich znakach zodiaku planety: Merkury, Wenus i Mars,
  - b) określ długości ekliptyczne Słońca i wymienionych powyżej planet,
  - c) dla tych planet podaj kąty elongacji oraz nazwy konfiguracji względem Słońca.
- III. Podczas trzeciej sytuacji będzie odtwarzany wygląd nieba z innego miejsca na Ziemi. Na tle gwiazd widoczny będzie Księżyc i trzy planety:
  - a) na *Mapie nieba* zaznacz krzyżykami: położenie zenitu obserwatora (i oznacz go literą Z) oraz położenia ciał Układu Słonecznego (oznacz je odpowiednimi literami),
  - b) określ lokalny czas gwiazdowy, szerokość geograficzną miejsca obserwacji, porę doby, miesiąc roku oraz współrzędne horyzontalne znajdującego się nad horyzontem bieguna galaktycznego,
  - c) dla obiektów Układu Słonecznego wyznacz ich współrzędne równikowe.

### Zadanie 6.

Wokół gwiazdy  $\beta$  Pictoris wykryto znaczną ilość gazu. Jedną z możliwości wyjaśnienia obecności tego gazu jest założenie, że został on uwolniony w wyniku zderzeń między ciałami typu komet. Aby wytworzyć zmierzone ilości gazu, w wyniku każdego zderzenia, praktycznie cała masa zderzających się komet powinna zamieniać się w gaz.

Przyjmując następujące założenia:

- masy obu zderzających się komet były sobie równe,
- w momencie zderzenia obie komety obiegały gwiazdę w tym samym kierunku, przy czym jedna z nich znajdowała się na orbicie kołowej, a druga na orbicie eliptycznej,
- duże półosie ich orbit były sobie równe,
- ciepło sublimacji materii, z której zbudowane były te komety:  $c_s = 2,5 \cdot 10^6$  J/kg,
- masa gwiazdy  $\beta$  Pictoris jest równa 1,7 masy Słońca, a miejsce zderzenia odległe od niej o 85 au,

oblicz moduły prędkości i zakres kąta między nimi konieczne, by w wyniku zderzenia komety zamieniły się w gaz.