

Poziomo:

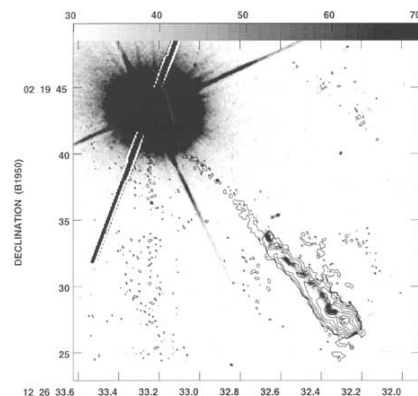
A.

- i. Pierwszy astronom, który zasugerował, że Ziemia nie jest środkiem Wszechświata [1]

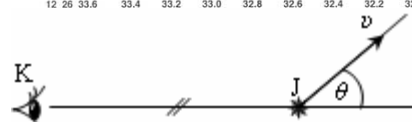
1. Galileo
2. Arystarch
3. Kopernik
4. Cassini
5. Zhang Heng
6. al-Biruni
7. Kepler
8. Brahe
9. Aryabhata

- ii. Nachylenie płaszczyzny ekliptyki do płaszczyzny równika Ziemi w stopniach (jedna cyfra po przecinku) [3]

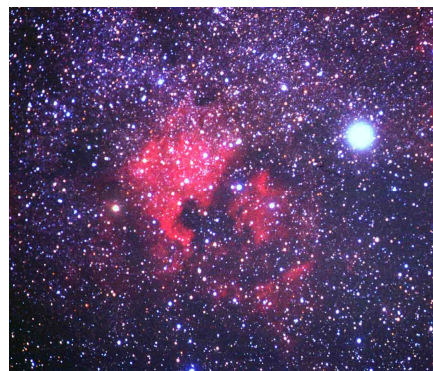
- iii. Pierwszy znany i najjaśniejszy kwazar to 3C__ [3]



- iv. Relatywistyczny dżet porusza się z prędkością 0,83 c. Zakładając, że nie ma przesunięcia dopplerowskiego, podaj, ile stopni ma kąt między dżetem a kierunkiem widzenia. Przyjąć dodatkowo, że źródło ma zaniedbywalną prędkość. (liczba całkowita) [3]

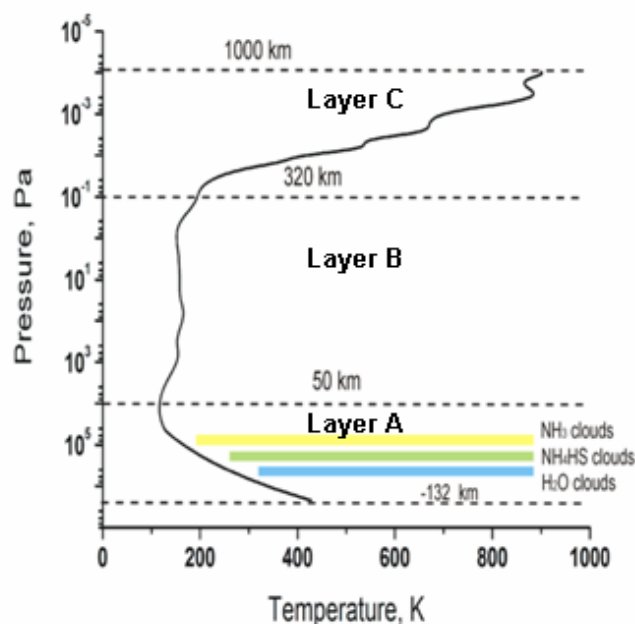


- v. Ta mgławica to NGC__ [4]



- vi. Wybierz nazwy warstw (*ang. layer*) A, B i C atmosfery Jowisza, zaczynając od warstwy A [3]

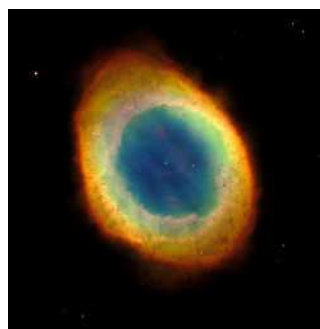
1. Troposfera
2. Magnetosfera
3. Jonosfera
4. Warstwa ozonowa
5. Termosfera
6. Litosfera
7. Chromosfera
8. Fotosfera
9. Stratosfera



B.

- i. Ile jednostek astronomicznych ma jeden parsek? (liczba całkowita) [6]
- ii. Kąt Jowisz-Słońce-planetoidy Trojańskie w stopniach (liczba całkowita) [2]

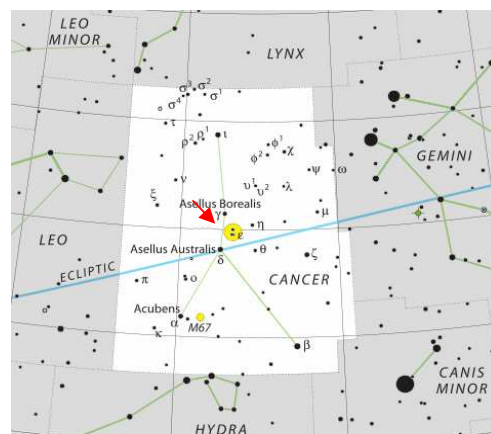
- iii. Ta mgławica to M___ [2]



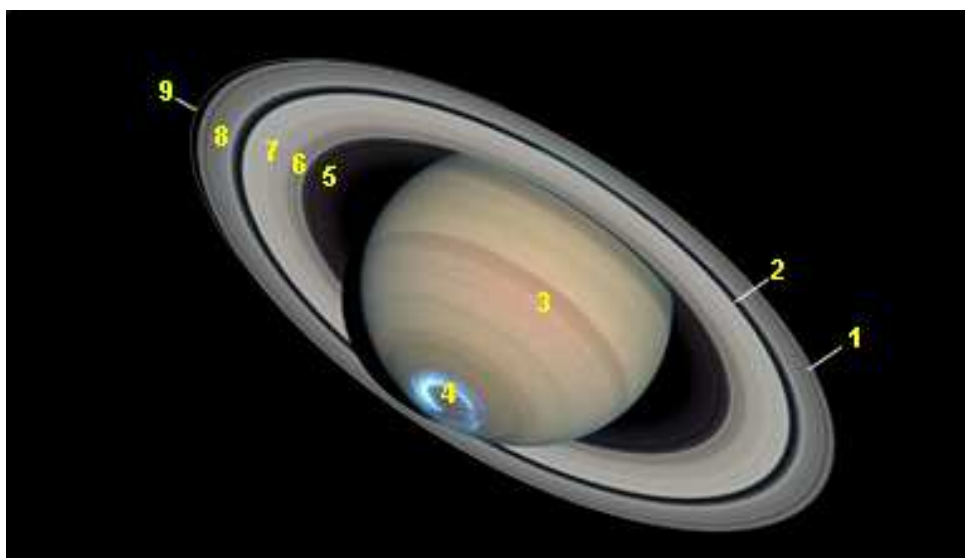
- iv. W dniu 25 sierpnia w punkcie o szerokości geograficznej $\varphi > 0$ i długości geograficznej $\lambda_L = 37^\circ W$ (strefa czasowa = UT - 2 godziny), obserwujemy gwiazdę o deklinacji $\delta > 0$, będącej dopełnieniem szerokości geograficznej ($\varphi + \delta = 90^\circ$) oraz rektascensji $\alpha = 4^h 47^m$. Jaki jest czas urzędowy w miejscu obserwacji (w formacie GG:MM) podczas zachodu i wschodu gwiazdy? Wiadomo, że dnia 26 sierpnia o godzinie UT=0 czas gwiazdowy w Greenwich GST = $22^h 13^m$. [4]
- v. Podczas deszczu meteorów, obserwator w promieniu 100 km wokół siebie zanotował 600 meteorów na minutę. Jeśli prędkość meteorów w układzie spoczynkowym wyniosła 10 km/s w kierunku przeciwnym do prędkości w ruchu orbitalnym Ziemi, jaka jest średnia odległość między sąsiednimi meteorami w kilometrach? Przyjmij geometrię walcową. (liczba całkowita) [2]
- vi. Spin fotonu [1]

C.

- i. Różnica czasów gwiazdowych w dwóch miejscach wynosi $2^h 47^m 24^s$. Jaka jest różnica między długościami geograficznymi tych miejsc (w stopniach i minutach)? [4]
- ii. Galaktyka w gwiazdozborze Trójkąta to M__ [2]
- iii. Liczba księżyców Plutona [1]
- iv. Żłóbek (Praesepe) to M__ [2]

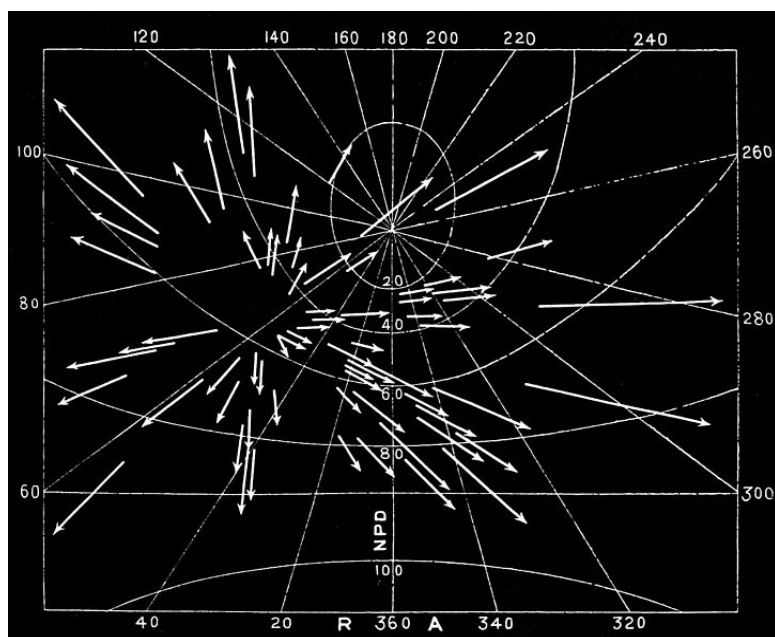


- v. Siły pływowe są proporcjonalne do R^{-n} . Wartość n to. [1]
- vi. Proxima Centauri jest odległa o 4,243 lata świetlne. Jej obserwowana wielkość gwiazdowa to 11.5 mag, a prędkość zbliżania się do Ziemi wynosi 21.7 km/s. Po ilu tysiącach lat będzie widzialna gołym okiem? (liczba całkowita) [2]
- vii. Przyporządkuj numery: Przerwa Cassiniego, pierścień D, przerwa Enckego, pierścień A [4]



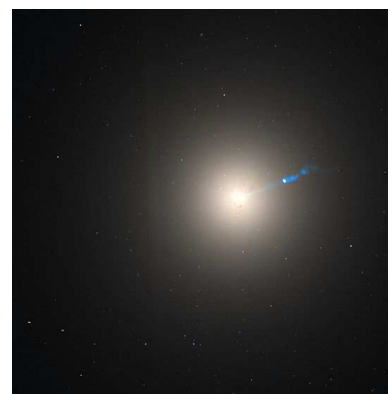
viii. Radiant tego roju meteorów leży w gwiazdozbiornie: [1]

1. Łabędzia
2. Bliźniąt
3. Lwa
4. Perseusza
5. Wieloryba
6. Oriona



D.

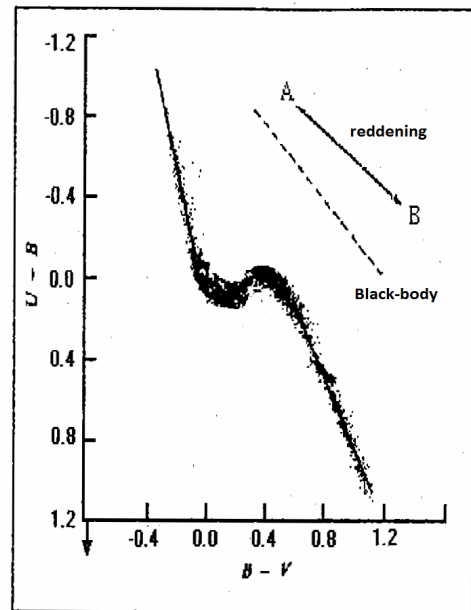
- i.** W tym punkcie Lagrange'a na orbicie Jowisza znajdują się planetoidy tzw obózu trojańskiego [1]
- ii.** Kiloparsek w latach świetlnych (liczba całkowita) [4]
- iii.** Średnia odległość Wenus od Słońca w jednostkach astronomicznych (dwie cyfry po przecinku) [3]
- iv.** Olbrzymia galaktyka eliptyczna blisko centrum Gromady Galaktyk w Pannie to M__ [2]



- v.** Masa molowa substancji tworzącej chmury w górnej warstwie atmosfery Wenus [2]
- vi.** Spin elektronu (jedna cyfra po przecinku) [2]
- vii.** Paralaksa Capelli to 77.3 milisekund łuku. Znajdź jej odległość w latach świetlnych (dwie cyfry po przecinku). [3]

E.

- i. Gwiazda typu widmowego $A0V$ ma wskaźnik barwy $B-V=0.70$. Ile razy gwiazda ta wydawałaby się jaśniejsza, gdyby nie było ekstynkcji międzygwiazdowej? Przyjmij, że $A_V = 3 \times E_{B-V}$, gdzie E_{B-V} to nadwyżka barwy, a A_V jest absorpcją w zakresie wizualnym. (liczba całkowita) [1]
- ii. Gwiazdowy okres obrotu Słońca na równiku słonecznym (doby). W widmie Słońca linia H_α ($\lambda=6563\text{\AA}$) ma poszerzenie $0.089\text{\AA}$. (liczba całkowita) [2]
- iii. Pewna gwiazda ma wskaźnik barwy $B-V = 0.2 \text{ mag}$ i wskaźnik barwy $U-B = -0.1 \text{ mag}$. Jaka jest jej nadwyżka barwy E_{B-V} ? (jedna cyfra po przecinku) [2]

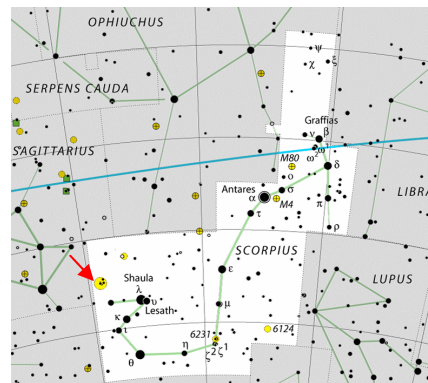


- iv. Masa graniczna Chandrasekhara (dwie cyfry po przecinku) [3]
- v. Okres obiegu Merkurego w dobach (liczba całkowita) [2]
- vi. Kąt pomiędzy płaszczyzną równika pewnej planety pozasłonecznej nieposiadającej atmosfery a płaszczyzną jej orbity wynosi 0° . Jej okres orbitalny jest bardzo duży. Ile razy większa będzie średnia temperatura strony planety oświetlonej przez gwiazdę macierzystą dla przypadku bardzo wolnej rotacji planety w stosunku do przypadku rotacji bardzo szybkiej? (jedna cyfra po przecinku) [2]
- vii. Masa atomowa (w jednostkach masy atomowej) najcięższego pierwiastka, który może być wyprodukowany w gwiazdzie przed zakończeniem jej życia [2]
- viii. Średnica największego zwierciadlanego teleskopu optycznego z pojedynczą aperturą, w metrach (liczba całkowita) [2]
- ix. Wynalazca teleskopu [1]
- | | |
|---------------|------------|
| 1. Demisianos | 6. Harriot |
| 2. Brache | 7. Marius |
| 3. Ibn Sahl | 8. Newton |
| 4. Lippershey | 9. Galileo |
| 5. Huygens | |

F

- i. Układ podwójny składa się z dwóch gwiazd krążących wokół wspólnego środka masy po orbitach o półosiach $11,25 \text{ AU}$ i $18,62 \text{ AU}$. Oblicz okres obiegu układu (w latach), jeśli wiadomo, że całkowita masa układu wynosi 5 mas Słońca. (liczba całkowita) [2]

- ii. Gromada Ptolemeusza to M__ [1]



- iii. Jaka musi być średnica teleskopu (w metrach), który rozdzieli obraz gwiazdy od obrazu krążącej wokół niej planety po orbicie o promieniu 1 AU , jeśli odległość do gwiazdy wynosi $226,26 \text{ lat świetlnych}$? Zaniedbaj seeing. (jedna cyfra po przecinku) [2]

- iv. Ile składników ma gwiazda wielokrotna Kastor? [1]

- v. Fotografia przedstawia SNR__ [4]



- vi. Klasa jasności podkarłów [1]

- vii. Wskaż gwiazdy: Alcyone, Taygeta, Maia, Electra, Atlas [5]



- viii. Klasa jasności Słońca [1]

G

- i. Galaktyka Bodego to M ____ [2]
- ii. Galaktyka Cygaro to M ____ [2]



- iii. Ile razy słabsza będzie gwiazda jeśli jej wielkość gwiazdową zmieniła się 1 magnitudo (trzy cyfry po przecinku) [4]
- iv. Gromada kulista blisko nozdrza Pegaza to M ____ [2]
- v. Hipparch opisał zaćmienie Słońca które było widoczne jako całkowite w Hellespont ($40^{\circ}25'N$, $29^{\circ}43'E$) ale jako częściowe w Aleksandrii ($31^{\circ}12'N$, $29^{\circ}55'E$), gdzie w momencie maksimum 4/5 Słońca było zaćmione. Hipparch obliczył paralaksę brzegu Księżyca pomiędzy Hellespontem a Aleksandrią, zakładając, że paralaksa Słońca równa jest 0. Wiedział także, iż obserwowana średnica kątowna Księżyca i Słońca są sobie równe i wynoszą $1/650$ koła, Ostatecznie, używając prostej trygonometrii, obliczył przybliżoną odległość Ziemi do Księżyca wyrażoną w promieniach Ziemi. Jaka jest odległość Ziemi do Księżyca wyrażona w promieniach Ziemi? (liczba całkowita) [2]

- vi. Wskaż na zdjęciach: Chandrayan-1, Deep Impact, Teleskop Plancka, Kosmiczny Teleskop Hubble'a [4]



- vii. Masa gwiazdy wynosi 5 mas Słońca, a jej promień oraz okres obrotu są równe odpowiednio $21 \times 10^5 \text{ km}$ i 4,083 dnia, . Jaki będzie okres jej obrotu w mikrosekundach, jeśli zmieni się ona w pulsara o średnicy 10 km? Załóż, że gwiazda jest jednorodną sferą i nie traci masy. [1]

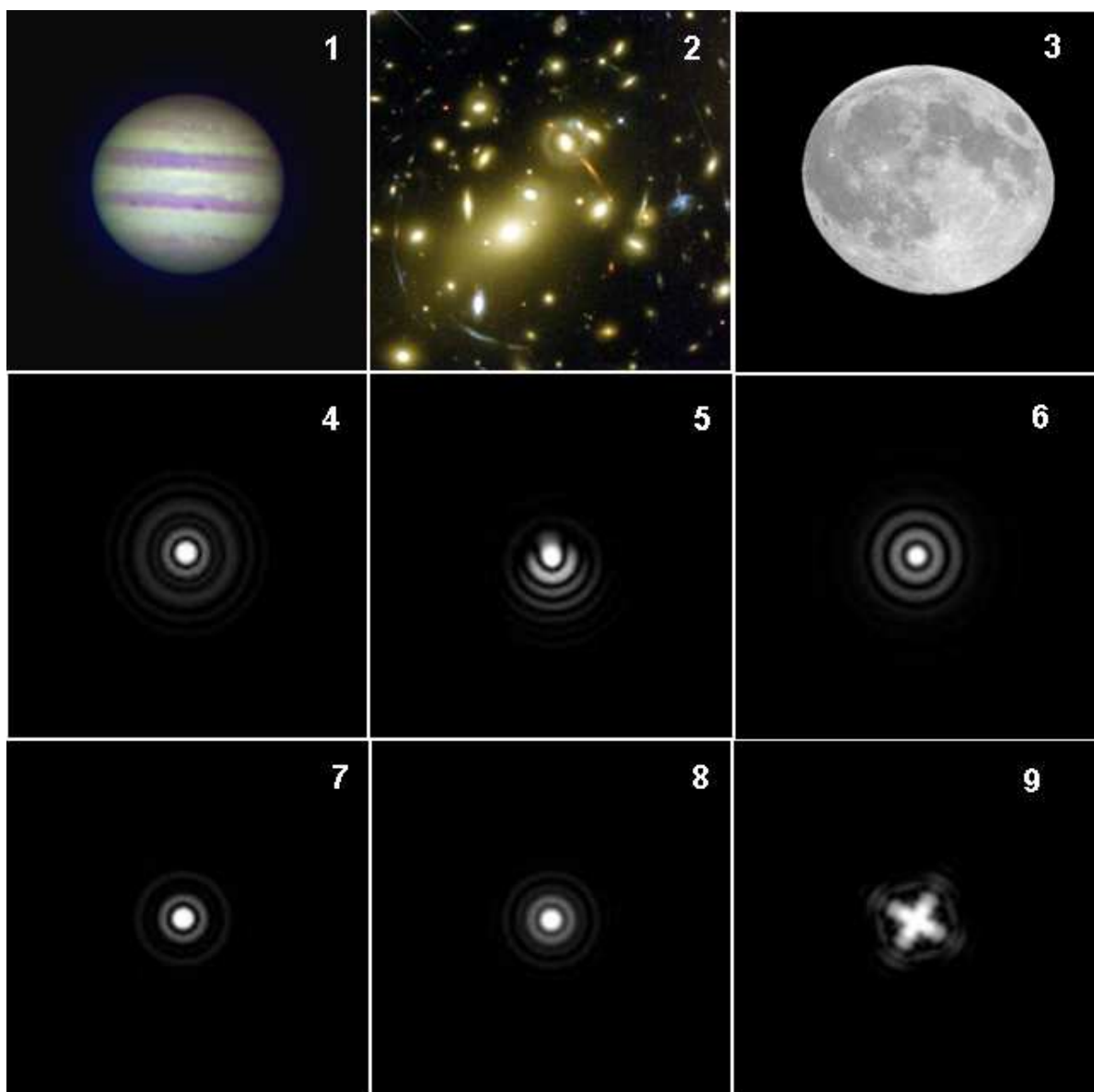
H.

- i. Ile planet w Układzie Słonecznym posiada pierścienie? [1]
- ii. Kąt odpowiadający $16^h 16^m$ (liczba całkowita) [3]
- iii. Saros to ___ lat ___ dni [4]
- iv. Jeśli podziałka skali szerokości geograficznej w montażu teleskopu użytego do zdania obserwacyjnego byłaby dokładniejsza to wskazywałaby ona ___° ___' [4]
- v. Rektascencja gwiazdy Duschbba czyli δ Scorpil (godziny) [2]
- vi. Planetoida znajduje się w odległości $2.8 AU$ od Słońca. W opozycji jej jasność obserwowana wyniosła $1,46 \times 10^{-16} W/m^2$. Jaki jest jej promień (w metrach) jeśli jej albedo jest równe 1.00? (liczba całkowita) [3]

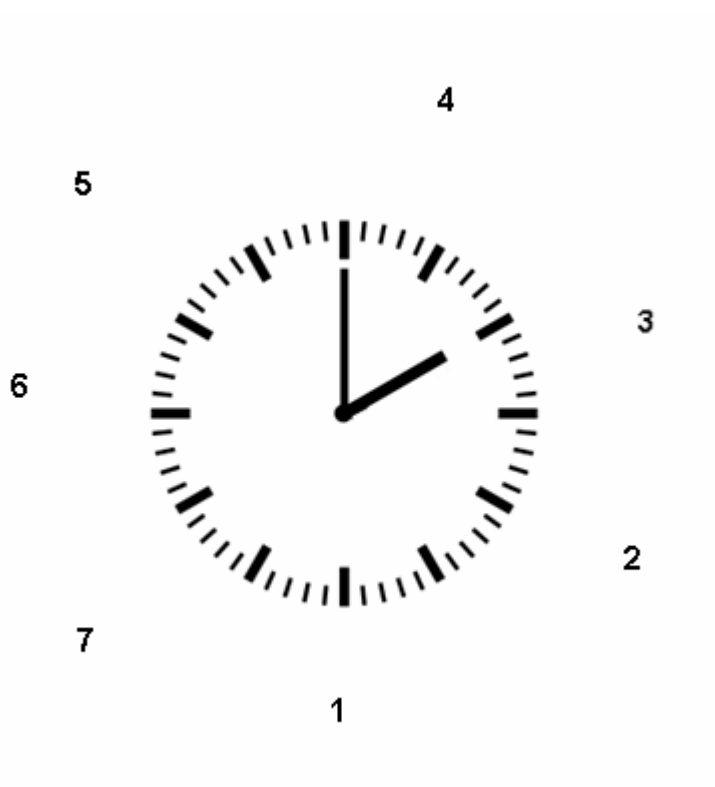
I

- i. 11 grudnia 2117 roku będzie miało miejsce przejście Wenus na tle tarczy słonecznej. Po ilu latach od niego nastąpi kolejne takie zjawisko. [1]
- ii. Gromada otwarta w gwiazdozbiornie Wielkiego Psa to M__ [2]
- iii. Wpisz numery trzech najjaśniejszych gwiazd w porządku malejącym: [3]
 - 1. Betelgeuse
 - 2. Wega
 - 3. Canopus
 - 4. α Centauri
 - 5. Capella
 - 6. Procyon
 - 7. Altair
 - 8. Rigel
 - 9. Arktur
- iv. Wysokość gwiazdy okołobiegunowej podczas górowania wynosi $76,8^\circ$ a podczas dołowania 10° . Jaka jest szerokość geograficzna miejsca obserwacji? [3]
- v. Lew jest N-tym znakiem zodiaku. N wynosi [1]
- vi. W którym ramieniu Drogi Mlecznej znajduje się Układ Słoneczny: [1]
 - 1. Strzelca-Kila
 - 2. Tarczy-Krzyża
 - 3. Węgielnicy
 - 4. Oriona
 - 5. Perseusza
 - 6. Łabędzia
 - 7. Zewnętrznym
- vii. Pluton i Neptun pozostają w rezonansie __:__ [2]

viii. Dystorsja, koma, astygmatyzm [3]



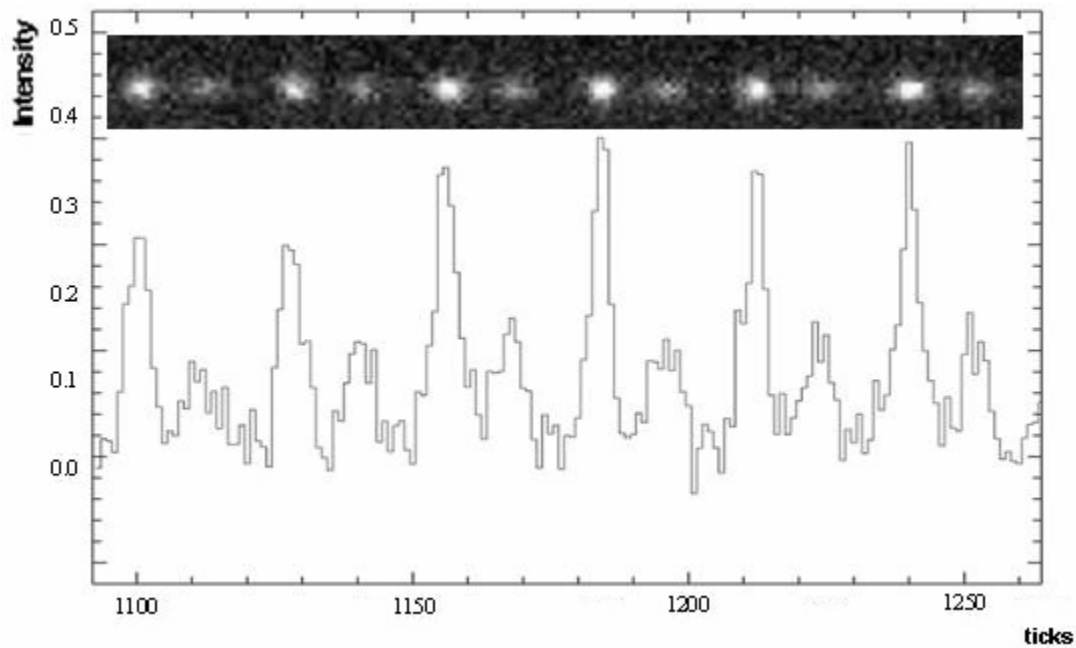
- ix. Dnia 16 grudnia odwiedziłeś kraj na półkuli południowej, który używa czasu letniego. O 14:00 położyłeś swój zegarek tak aby wskazówka godzinna wskazywała kierunek rzutu położenia Słońca na horyzont. Która liczba na rysunku wskazuje (w przybliżeniu) północ? [1]



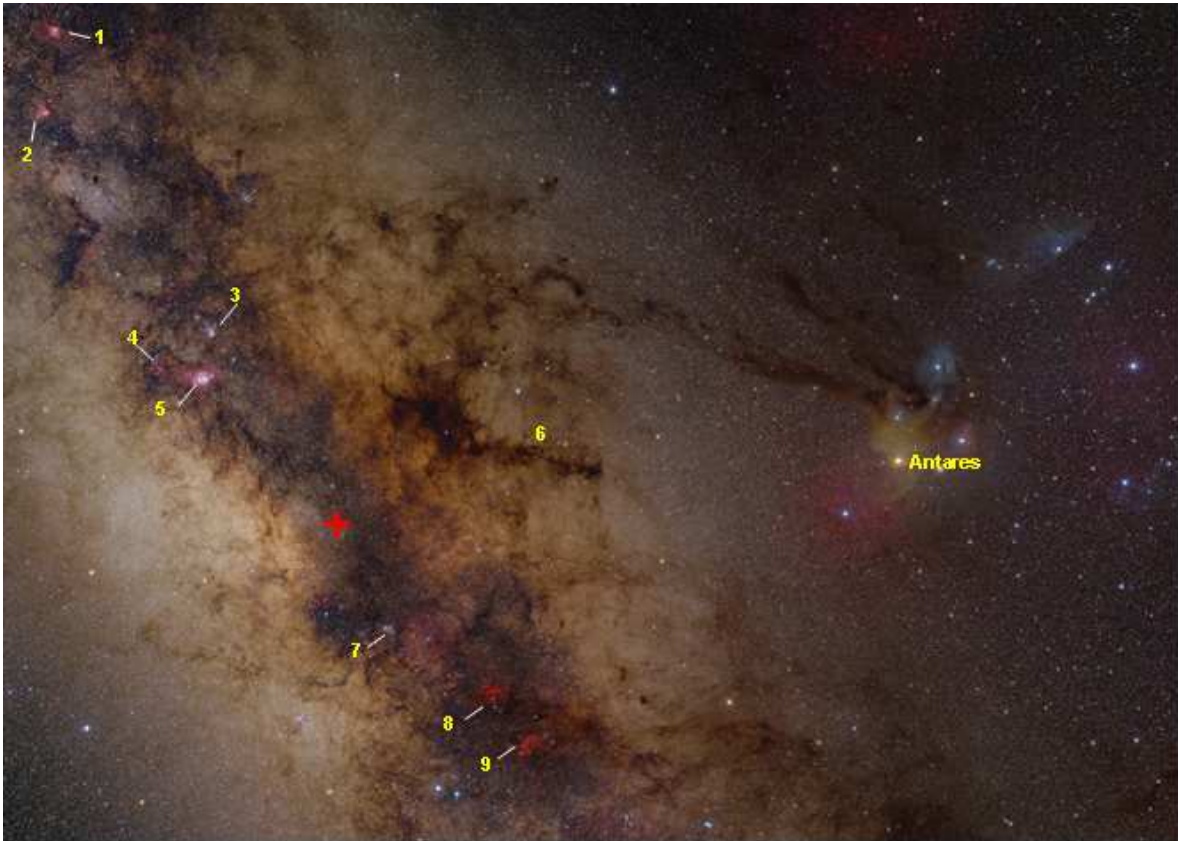
J.

i. Ile stopni na ekliptyce zajmuje każdy znak zodiaku [2]

ii. Na rysunku przedstawiono krzywą zmian blasku pulsara. Jaki jest jego okres obrotu (wyrażony w ms), jeżeli przedział czasu pomiędzy tikami (ang. *ticks*) równa się 1.1965ms? (jedna cyfra po przecinku) [3]



iii. Mgławica Fajka, mgławica Trójlistna Koniczyna, mgławica Laguna, mgławica Kocia Łapa, mgławica Orzeł [5]



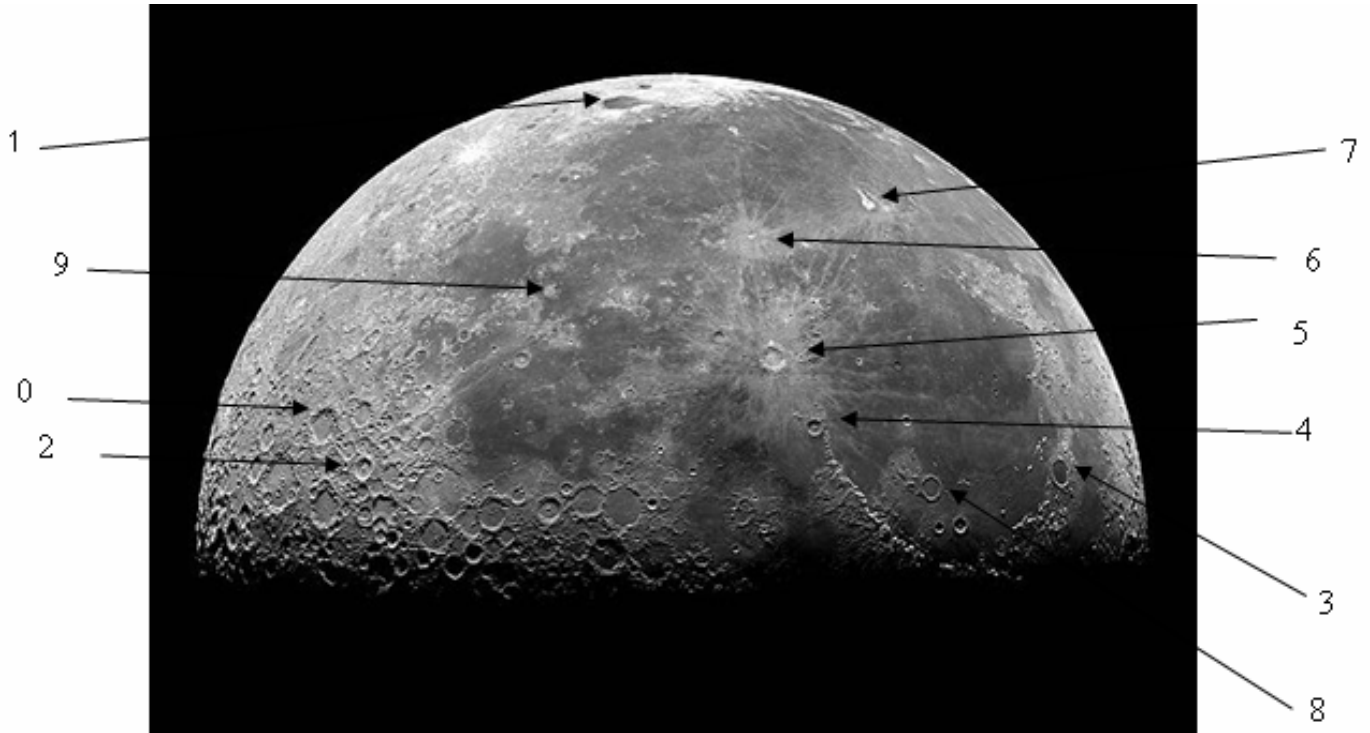
iv. Wypisz numery trzech największych planetoid w porządku malejącym: [3]

- 1.Hygiea
- 2.Ceres
- 3.Eugenia
- 4.Pallas
- 5.Fortuna
- 6.Aurora
- 7.Nemesis
- 8.Vesta
- 9.Psyche

v. Baade i Hubble zmierzili odległość do NGC 1049 równą 188 kpc. W związku z tym moduł odległości (m-M) jaki otrzymali dla tej galaktyki wynosi: (dwie cyfry po przecinku) [4]

K.

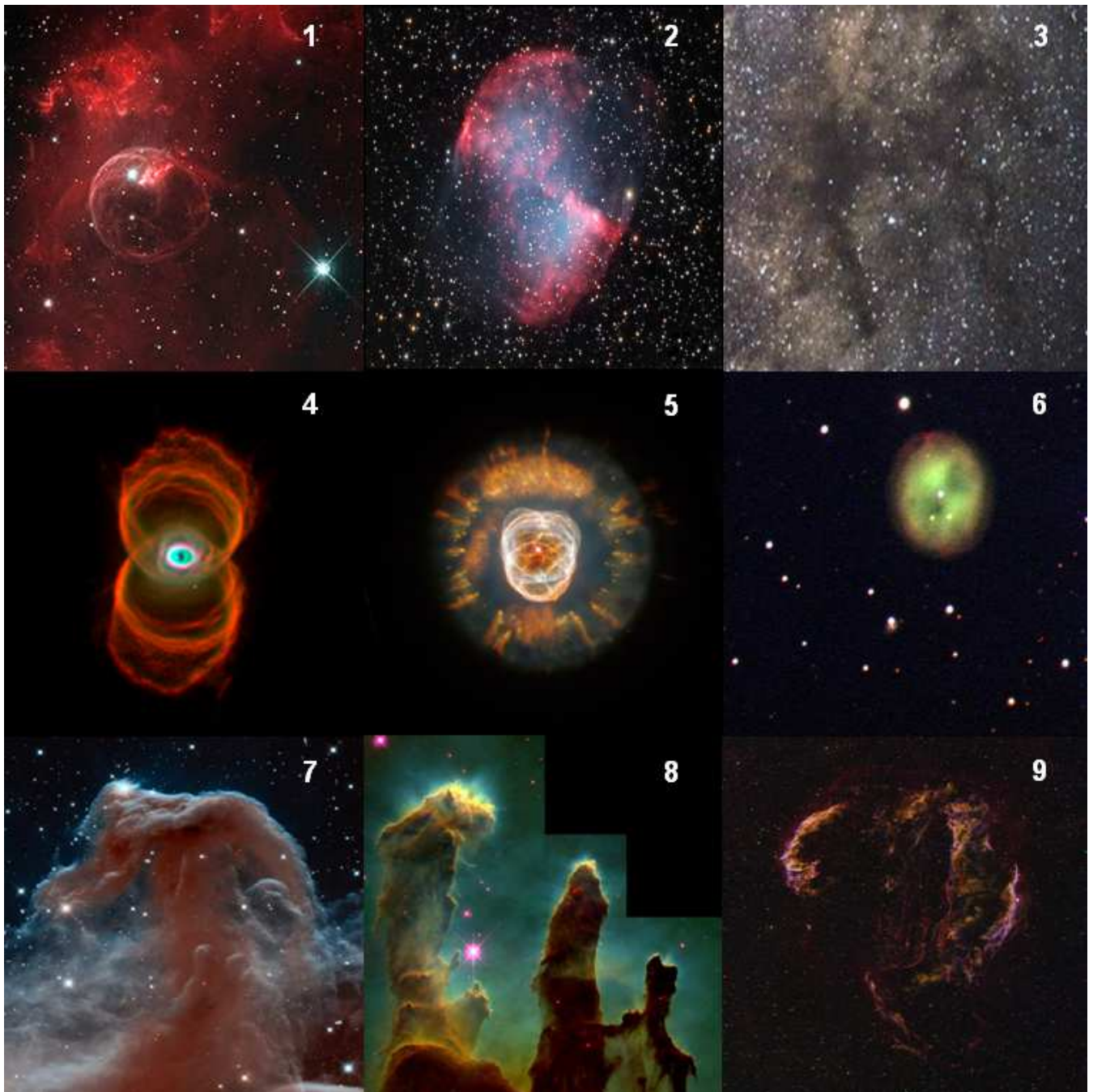
- i. Odległość kątowa dwóch gwiazd na niebie wynosi 13,84 sekundy łuku. Fotografujemy tę gwiazdę teleskopem o światłosile $f/10$ i średnicy 20 cm. Jaka jest liniowa odległość tych gwiazd na zdjęciu wyrażona w mikrometrach? (liczba całkowita) [4]
- ii. Grimaldi, Platon, Tycho, Eratostenes [4]



- iii. Ile stopni pod horyzontem znajduje się środek tarczy słonecznej w momencie końca zmierzchu astronomicznego [2]
- iv. Misja Appollo___ została przerwana po wybuchu pojemnika z tlenem w drodze na Księżyc [2]
- v. Jeżeli współczynnik obserwatora wynosi 0.95, jaka jest Liczba Wolfa jeśli liczba grup plam słonecznych wynosi 13, a liczba pojedynczych plam wynosi 14 (liczba całkowita) [3]
- vi. Gwiazda znajduje się w odległości 100 pc, jej obserwowana wizualna wielkość gwiazdowa wynosi $m_V=13,0$ mag, a fotograficzna wielkość gwiazdowa wynosi $m_{pq}=14,6$ mag, zaś jej absolutna wizualna wielkość gwiazdowa wynosi $M_V=4,7$ mag. Jaka jest nadwyżka barwy? Załóż, że $A_V=3 \times E_{B-V}$, gdzie E_{B-V} to nadwyżka barwy a A_V to absorpcja w zakresie wizualnym. (jedna cyfra po przecinku) [2]

L.

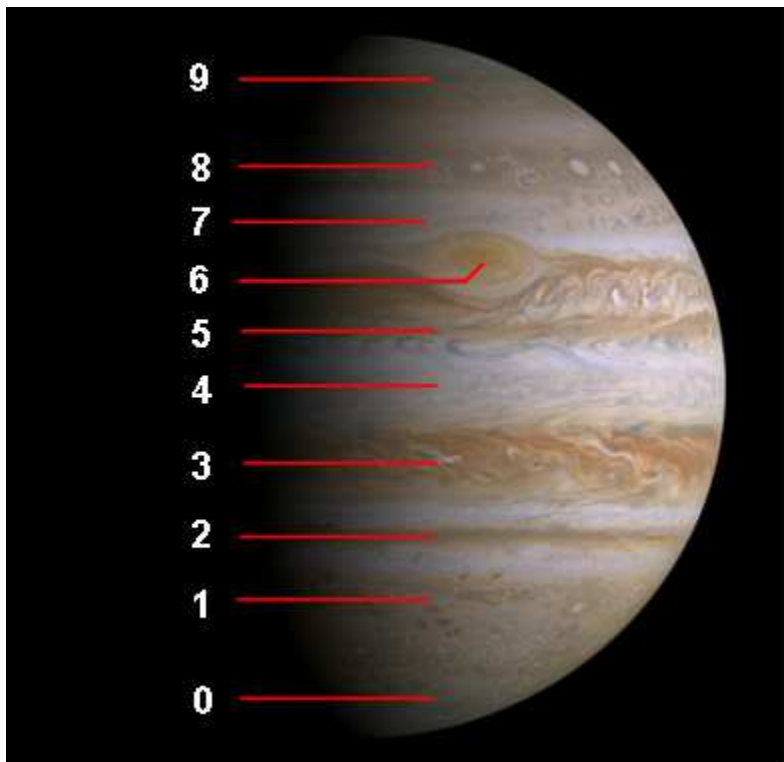
- i. Filary Stworzenia, mgławica Hantle, mgławica Ciemnego Konia (Wielki Ciemny Koń),
mgławica Bańka, mgławica Klepsydra [5]



- ii.** Jaka jest długość fali linii widmowej $H\beta$? (liczba całkowita) [4]
- iii.** Podaj numer pierwszej planety odkrytej przez teleskop (Merkury to 1, Uran 8) [1]
- iv.** Rozważ układ podwójny gwiazd, w którym zachodzi zaćmienie centralne. Czas pomiędzy pierwszym i czwartym kontaktem wynosi 1,5 godziny, a pomiędzy drugim i trzecim kontaktem 1 godzinę. Znajdź stosunek promieni składników układu podwójnego. (liczba całkowita) [1]
- v.** Ostatnia z misji księżycowych Apollo to misja Apollo____ [2]
- vi.** Ile razy większa jest prędkość ucieczki satelity w porównaniu do prędkości potrzebnej do utrzymania się tego satelity na orbicie kołowej o promieniu równym promieniowi obieganego ciała niebieskiego (jedna cyfra po przecinku) [2]
- vii.** Gwiazda znajduje się za mgławicą Worek Węgla w odległości 200 pc od nas. Jeśli jej obserwowana wielkość gwiazdowa wynosi $m=18$ mag, a optyczna głębokość $\tau=1,38$, jaka jest jej absolutna wielkość gwiazdowa? (liczba całkowita) [2]

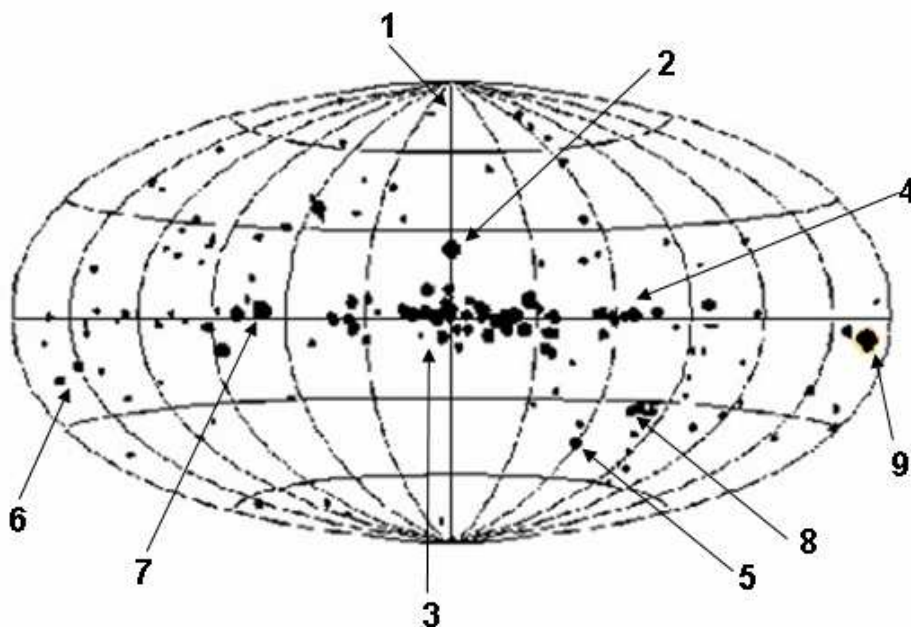
M.

- i. Wielka Czerwona Plama, Północny Obszar Biegunowy, Południowy Pas Równikowy, Strefa Równikowa [4]



- ii. Rysunek przedstawia mapę nieba w promieniowaniu X, we współrzędnych galaktycznych [5]

- ÷ Wielki Obłok Magellana
- ÷ Scorpion X-1
- ÷ Mgławica Krab
- ÷ Cygnus X-1
- ÷ Gromada Galaktyk w Warkoczku Bereniki



- iii. Tabela przedstawia porównanie atmosfer Marsa, Ziemi, Jowisza, Neptuna oraz Wenus. Znajdź Jowisza, Wenus, Neptuna. [3]

	1	2	3	4	5
H ₂	0.000055%	80.0	-	-	86.4
He	0.000524%	19.0	12 ppm	-	13.6
CH ₄	0.000179%	2	-	10.5 ppb	0.0018
NH ₃	trace	<600 ppb	-	-	0.0006
H ₂ O	locally 0.001%–5%	-	20 ppm	210 ppm	520 ppm
H ₂ S	-	<3 ppm	-	-	70 ppm
CO ₂	0.0397%	0.3 ppb	96.5%	95.32%	30 ppb
HCN	-	60 ppb	-	-	60 ppb
N ₂	78.084%	-	3.5%	2.7%	-
O ₂	20.946%	-	-	1300 ppm	-
Ar	0.9340%	-	70 ppm	1.6%	-
H ₂ SO ₄ *	-	-	150 ppm	-	-

- iv. Mgławica Laguna to M__ [1]



- v. Podaj kolejność w której następujące odkrycia otrzymały Nagrodę Nobla [4]
1. Relacja Okres-Jasność dla cefeid.
 2. Odkrycie pulsarów.
 3. Przyspieszająca ekspansja Wszechświata
 4. Odkrycie promieniowania kosmicznego.
 5. Graniczna masa Chandrasekhara