
III Olimpijska Liga Astronomiczna

Optyka

Zadanie 1.

Już od starożytności ludzie wiedzieli, że Ziemia jest w przybliżeniu kulą, o promieniu równym około $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{m}$. Też od czasów starożytnych znane było zjawisko refrakcji, które jednak zostało matematycznie opisane dopiero pod koniec XVII wieku. Kilkadziesiąt lat później wynaleziono natomiast barometr, który pozwolił na oszacowanie wartości ciśnienia ziemskiego na 1000hPa przy poziomie morza. Przy odpowiednim treningu możliwe jest zaś oszacowanie wizualne jasności gwiazd z dokładnością do 0,1 magnitudo. W tabelce poniżej przedstawiono dane jasności obserwowanej Procyona m podczas jego zachodu wraz z wyliczonymi wartościami refrakcji atmosferycznej α dla odpowiadających (zaobserwowanych) wysokości gwiazdy h .

h (deg)	m (mag)	α (arcmin)
40	0,6	1
20	0,8	3
10	1,1	5
7	1,4	8
5	1,7	10
3	2,4	14
2	2,9	18
1,5	3,3	21
1	3,8	24
0,5	4,5	29
0,2	5,0	32
0,0	5,4	35

Dokonując liniowej aproksymacji ciśnienia atmosferycznego od wysokości, oszacuj jaka jest gęstość powietrza przy poziomie morza.

Autor: Maksymilian Wdowiarz-Bilski

Zadanie 2.

Zjawisko halo powstaje przy przejściu światła (bez wewnętrznego odbicia) przez kryształki lodu o przekroju sześciokąta foremego. Współczynnik załamania lodu wynosi 1,31. Jaki jest promień kątowy halo i dlaczego widzimy okrąg?

W rzadkich przypadkach promień kątowy halo może przyjmować inną wartość - 46 stopni. Wyjaśnij, dlaczego pojawia się rzadziej niż pierwszy typ halo.

Autor: Rafał Bryl

Zadanie 3.

Kąt, pod jakim widzimy pierścienie Saturna, stale się zmienia. Oszacuj, pod jakim minimalnym kątem powinny się one znajdować względem płaszczyzny ekliptyki, aby obserwator na Ziemi mógł je dostrzec przez teleskop. Wiadomo, że promień Saturna wynosi 60 000 km, półosć wielka orbity Saturna to 9,58 au, jego pierścienie są rozległe na 80 000 km od powierzchni, a obserwator jest wyposażony w teleskop o średnicy 150 mm. Ponadto przyjmij, że albedo pierścieni jest równe albedo Saturna, czyli wynosi 0,5.

Autor: Zofia Lamęcka

Zadanie 4.

Astronom obserwował Słońce przez filtr, który przepuszcza światło widzialne w zakresie długości fali od 495.5nm do 495.7nm za pomocą teleskopu o średnicy $d = 70\text{mm}$ i światłosile f/5. Kamera, którą rejestrował obraz, ma piksele o rozmiarze $4.3\mu\text{m}$ na $4.3\mu\text{m}$. Oblicz, ile fotonów zarejestruje ta kamera w przeciągu ekspozycji $t = 1\text{s}$. Jaki jest stosunek szumu do sygnału dla pojedynczego piksela, jeśli szum odczyt DN to 5 elektronów/piksel, a ciemny szum (ang. Dark noise) RON to 10 elektronów/piksel/sekundę. Odchylenie standardowe szumu odczytu to $\sigma_{RON} = n_p \cdot DN$, a ciemnego szumu to $\sigma_{DN} = n_p \cdot t \cdot RON^2$, gdzie n_p to liczba pikseli, a t to ekspozycja. Zdolność kwantowa kamery dla tej długości fali wynosi $\eta = 91\%$, a sprawność układu optycznego to $\eta = 80\%$.

Autor: Dawid Chudzik

Zadanie 5.

Teleskop o średnicy zwierciadła $D_{tel} = 90\text{ cm}$ wyposażony jest w spektrograf siatkowy o dyspersji liniowej $K = 20\text{ Å/mm}$ i średnicy kolimatora $D_{kol} = 10\text{cm}$. W spektrografie światło pada na siatkę dyfrakcyjną o stałej $d = 0,002\text{ mm}$ pod kątem $\Psi = 0$, a rząd rejestrowanego widma wynosi $k = 2$. Jaka jest wielkość obrazu gwiazdy (w świetle monochromatycznym) w kierunku równoległym do dyspersji, jeżeli seeing wynosi $2''$.

Autor: Rafał Bryl