

Ćwiczenia nr. 4.

- Ilość molekuł w centymetrze sześciennym powietrza przy powierzchni ziemi, przy standardowym ciśnieniu, wynosi $N = 2.55 \cdot 10^{19} \text{ cm}^{-3}$. Oblicz przekrój czynny na rozpraszanie molekularne dla długości fali $\lambda = 0.3, 0.5$ i $0.7 \text{ }\mu\text{m}$.
- Dany jest pionowy profil ilości molekuł w atmosferze:

Wysokość [km]	0	2	4	6	8	10	12	14	16
$N (10^{18} \text{ cm}^{-3})$	25.5	20.9	17.0	13.7	10.9	8.49	6.49	4.74	3.46

- Obliczyć grubość optyczną dla czystej atmosfery dla długości fal z zadania pierwszego.
- W praktycznych zastosowaniach zakłada się, że współczynnik refrakcji m_r oraz gęstość powietrza powiązane są zależnością: $(m_r - 1)_{\text{gas}} = \rho \cdot \text{const}$. Na poziomie morza współczynnik refrakcji wynosi około 1.000292 dla długości fali $0.3 \text{ }\mu\text{m}$. Znaleźć współczynnik refrakcji na wysokościach podanych w zadaniu 2. Wskazówka: gęstość powietrza (gcm^{-3}) jest związana z liczbą molekuł $N (\text{cm}^{-3})$ oraz N_A wzorem $\rho = N \cdot M / N_A$, gdzie M jest masą molową powietrza (28.97 g/mol) oraz N_A jest stałą Avogadro ($6.02295 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$). Ponieważ współczynnik refrakcji zależy od gęstości prowadzi to do wielu zjawisk optycznych w atmosferze (np. miraż).
 - Pokazać, że masa optyczna atmosfery w przybliżeniu płasko-równoległym wyraża się wzorem: $m = 1/\cos\theta$. Zakładając stałą średnią temperaturę powietrza w atmosferze $T = 245\text{K}$ pokazać, że masa atmosfery w geometrii sferycznej przy kącie zenitalnym Słońca θ wyraża się wzorem:

$$m = \frac{g}{RT} \int_0^x \exp \left[-\frac{g}{RT} \left(\sqrt{r^2 + 2rx \cos \theta + x^2} - r \right) \right] dx .$$
 Obliczyć numerycznie wartość masy optycznej w przybliżeniu geometrii sferycznej i przeanalizować, dla jakich kątów zenitalnych Słońca przybliżenie płasko-równoległe załamuje się. Dodatkowo obliczyć masę optyczną, gdy Słońce znajduje się na horyzoncie.
 - Obliczyć:
 - Przekrój czynny na ekstynkcję promieniowania na kroplach o promieniu r , dla długości fali λ wynosi w przybliżeniu $2\pi r^2$ (gdy $2\pi r/\lambda \gg 1$). Znaleźć grubość optyczną chmury o grubości 0.5 km zawierającej 150 kropeł o promieniu $r = 5 \text{ }\mu\text{m}$ w cm^{-3} powietrza.
 - Powtórzyć obliczenia z punktu (a) dla kropeł o promieniu $r = 10 \text{ }\mu\text{m}$ zakładając, że zawartość wody ciekłej w chmurze jest taka sama.
 - Współczynnik refrakcji mikrofal ($\nu = 19 \text{ GHz}$) dla wody wynosi $m = (5.45, -2.94)$. Jaka jest grubość optyczna chmury z punktu (a)?
 - Powtórzyć obliczenia z punktu (c) dla sferycznych cząstek lodu, których współczynnik refrakcji $m = (1.79, -0.003)$.