

## Ćwiczenia nr. 5.

1. Obliczyć:
  - a. Przekrój czynny na ekstynkcję promieniowania na kropkach o promieniu  $r$ , dla długości fali  $\lambda$  wynosi w przybliżeniu  $2\pi r^2$  (gdzie  $2\pi r/\lambda \gg 1$ ). Znaleźć grubość optyczną chmury o grubości 0.5 km zawierającej 150 kropeł o promieniu  $r = 5 \mu\text{m}$  w  $\text{cm}^{-3}$  powietrza.
  - b. Powtórzyć obliczenia z punktu (a) dla kropeł o promieniu  $r = 10 \mu\text{m}$  zakładając, że zawartość wody ciekłej w chmurze jest taka sama.
  - c. Współczynnik refrakcji mikrofal ( $\nu = 19 \text{ GHz}$ ) dla wody wynosi  $m = (5.45, -2.94)$ . Jaka jest grubość optyczna chmury z punktu (a)?
  - d. Powtórzyć obliczenia z punktu (c) dla sferycznych cząstek lodu, których współczynnik refrakcji  $m = (1.79, -0.003)$ .
2. Laser He-Ne emituje wiązkę światła o energii 5 mW i długości fali 0.6328  $\mu\text{m}$ , która następnie przechodzi przez chmurę o grubości 10 m pod kątem  $30^\circ$  do normalnej. Zaniedbując wielokrotne rozpraszanie obliczyć współczynnik ekstynkcji, jeśli mierzona energia wynosi 1.57576 mW oraz 0.01554 mW. Obliczyć grubość optyczną chmury w obu przypadkach.
3. Zadanie złożone:
  - a. Radarowy współczynnik odbicia od chmury składającej się z identycznych kropeł jest zdefiniowany jako:  $\beta_\pi = N_c \sigma_\pi = N_c \sigma_s P(\pi)$ , gdzie  $N_c$  jest gęstością koncentracji kropeł chmurowych,  $\sigma_\pi$  współczynnikiem rozpraszania do tyłu, zaś  $P(\pi)$  funkcją fazową dla rozpraszania do tyłu. Korzystając z przekroju czynnego oraz funkcji fazowej dla rozpraszania Rayleigha, oraz zauważając, że  $N_s = 1/V$ , gdzie objętość sferycznej kropli o promieniu  $a$  wyraża się wzorem:  $V = 4\pi a^3/3$ , pokazać, że: 
$$\beta_\pi = \frac{64\pi^5}{\lambda^4} N_c a^6 \left| \frac{m^2 - 1}{m^2 + 2} \right|^2$$
  - b. Zakładając, że gęstość koncentracji kropeł chmurowych oraz ich promień wynoszą odpowiednio 100  $\text{cm}^{-3}$  oraz 20  $\mu\text{m}$ , obliczyć  $\beta_\pi$  dla długości fali 10  $\mu\text{m}$  oraz 3.21  $\mu\text{m}$ . Współczynniki refrakcji dla wody przy tych długościach fal wynoszą odpowiednio: (3.99, -1.47), (7.14, -2.89).
  - c. Obliczyć  $\beta_\pi$  ponownie używając jedynie rzeczywistej części współczynnika refrakcji. Porównać otrzymane wyniki.
4. Niespolaryzowany laser rubinowy emituje światło o długości 0.7  $\mu\text{m}$  skierowane pionowo do góry. Energia emitowana przez laser wynosi  $I_0$ ,
  - a. Znaleźć energię docierającą na wysokość  $h$ , jeśli atmosfera jest wolna od chmur i aerozoli.
  - b. Pomijając wielokrotne rozpraszanie w czystej atmosferze, znaleźć energię, jaka dociera do detektora promieniowania z wysokości 6 km i 10 km, jeśli detektor oddalony jest od lasera o  $l = 10 \text{ km}$ .
  - c. Warstwa graniczna sięgająca 1 km zanieczyszczona jest jednorodnie rozdystrybuowanym aerozolem, którego grubość optyczna wynosi 0.3. Jak zmieni się mierzona energia z podpunktu (b) ?