

## Ćwiczenia nr. 9.

1. Wyprowadzić wzór na temperaturę efektywną Ziemi. O ile zmieni się ta temperatura, jeśli albedo planetarne zmieni się o  $1^0$  swojej wartości?
2. Obliczyć efektywną temperaturę śniegu oraz piasku pomijając wpływ atmosfery. Przyjąć, że stała słoneczna  $I_0$  wynosi  $1368 \text{ Wm}^{-2}$ . Albedo śniegu i piasku wynosi odpowiednio 0.9 i 0.3, a ich zdolność emisyjna 0.99 i 0.87. Przedyskutuj wyniki.
3. Pokazać, że zmiana temperatury efektywnej Ziemi  $T_{\text{eff}}$  w jednostkach odległości Słońce – Ziemia  $r$  jest dana wzorem:  $\frac{\delta T_{\text{eff}}}{T_{\text{eff}}} = -\frac{\delta r}{2r}$ . Odległość pomiędzy Ziemią a Słońcem zmienia się do 3.3%, przy czym maksimum odległości przypada na 5 lipca zaś minimum na 3 stycznia. Obliczyć sezonalną zmianę temperatury efektywnej Ziemi.
4. Wymodelowane wymuszanie radiacyjne na szczycie atmosfery w trakcie kampanii pomiarowej wyniosło  $-20 \text{ Wm}^{-2}$ . Jeśli założymy, że obecny w atmosferze aerozol nie zmienia albedo planetarnego, ile wynosić będzie zmiana temperatury powierzchni Ziemi? Przedyskutować otrzymany wynik oraz poprawność przyjętych założeń.
5. Wyprowadzić wzór na temperaturę powierzchni Ziemi  $T_s$  (w zależności od temperatury emisyjnej), jeśli atmosfera zawiera jedynie jednorodnie rozłożone gazy cieplarniane, które nie oddziałują z promieniowaniem krótkofalowym, a ich grubość optyczna w zakresie podczerwonym wynosi  $\tau$ .
6. Pokazać, że dla przypadku z zadania piątego  $\frac{\partial T_s}{\partial \tau} = T_s \frac{e^{-\tau}}{8} \left[ \frac{T_s}{T_e} \right]^4$ .