

Final topics for the lecture on Radiation Processes in the Atmosphere in the summer semester of the academic year 2023/2024.

One topic should be developed or an oral exam should be passed

1 Write a two-dimensional Monte Carlo model in a monochromatic version (for one wavelength) in application to a horizontally homogeneous atmosphere consisting of air molecules (Rayleigh scattering) and aerosol particles with a given extinction coefficient profile, single scattering albedo and a phase function variable with aerosol height parameterized by the asymmetry parameter. The numerical code computes downward solar fluxes the Earth's surface and upward flux at the top of the atmosphere. Assume that the reflectance from the earth's surface is constant (does not depend on the incident angle). (Igor Okrasa)

(2) Write a code to calculate the radiation transmittance in the atmosphere for any band (averaged transmission by wavelength) based on the K-correlated method and the HITRAN database. The task should be solved for one of the atmospheric gases, e.g. H₂O or CO₂ assuming a vertical profile of the gas, temperature profile, pressure profile, etc. The broadening of spectral lines associated with natural, Doppler, and collisional effects should be considered. (Anna Bugajska)

3 Using an atmospheric radiative transfer model, determine the influence of cloud physical parameters (base height, optical depth, their single scattering albedo and others) on solar downward flux at the Earth's surface and on planetary albedo. Perform calculations for a selected location in an annual run based on daily values (daily averages) and for a spectrally constant single scattering albedo (SSA=1) and for realistic values obtained for water and ice clouds based on the results of mie.m code simulations (Norbert Niścior)

4 Determine and analyse the annual and diurnal mean and annual and diurnal mean radiative forcing at the ground surface and top of the atmosphere associated with doubling of CO₂ concentration, water vapour content (PW), and aerosol optical depth. Perform the calculation for a selected location in Poland assuming baseline concentrations of: CO₂=270 ppmV, PW=1 cm, AOD=0.1. For aerosol, perform calculations for each of the five aerosol types available in the Fu-Liou model. (Bartosz Cybulski)

5 Using a two-stream radiative transfer model, determine the effect of soot particles on the albedo and transmission coefficient of a horizontally homogeneous stratified cloud in the short-wave range. Consider different cloud optical depth in the range 0.5 to 100 made up of water droplets with a radius of 10 μm and different optical depth of soot particles from 0 to 0.01. Determine the optical properties of soot particles and water droplets using the mie code taking into account the actual refractive indices in both cases (available at <http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/station/codes.php>). Perform the calculations for solar zenith angles of 0, 30 and 60°. The results can also be converted to daily average values. (Nikola Wierzbicka)

(6) Using the "adding" and two-stream methods, calculate the properties (transmission and reflection coefficients) of an optical system consisting of a quartz filter on which an aerosol is deposited. Assume that the transmission of the filter is 0.1 and reflectance 0.9 and the single scattering albedo and asymmetry parameter are 1.0 and 0.85 respectively. For the aerosol, assume an optical depth of 1.5, single scattering albedo of 0.9 and asymmetry parameter of 0.65. Analyse how the transmission through such a system (filter plus aerosol) depends on the aerosol single scattering albedo and asymmetry parameter.

7. Using the single scattering approximation, determine the corrections due to light scattering for direct radiation measurements when the angle of view of the radiometer detector is 1, 3 and 5° respectively. Assume the actual size of the solar disc and the uniform distribution of solar radiation from the solar disc region. Perform simulations for the actual atmosphere taking into account scattering on air molecules and scattering and absorption by aerosol. Perform calculations for the following aerosol optical parameters: asymmetry parameters $g=0.5, 0.6$ by 0.75 , single scattering albedo of 0.8, 0.9 0.95 and 0.99 and aerosol optical depth of 0.05, 0.1, 0.25 and 1.0.

(8) Using the Fu-Liou model, simulate and analyze the cases where the total solar flux reaching the earth's surface exceeds the values of the solar constant at the top of the atmosphere. To do so, assume stratiform cloud cover and modify the direct and diffuse radiation fluxes determined by the above model accord

**Tematy końcowe do wykładu z Procesów radiacyjnych w atmosferze w semestrze letnim
roku akademickiego 2023/2024.**

Należy opracować jeden temat lub zdać egzamin ustny

1. Napisać dwuwymiarowy model Monte Carlo w wersji monochromatycznej (dla jednej długości fali) w zastosowaniu do atmosfery horyzontalnie jednorodnej składającej się z molekuł powietrza i aerozolu o zadanym profilu współczynnika ekstynkcji, albedo pojedynczego rozpraszania i zmienną z wysokością aerozolową funkcją fazową parametryzowaną przez profil parametru asymetrii g . Program ma liczyć strumienie promieniowania słonecznego docierające do powierzchni ziemi i opuszczające górną granicę atmosfery. Założyć, że współczynnik odbicia od powierzchni ziemi jest stały (nie zależy od kąta padania światła).
2. Napisać program, który wyznacza współczynnik transmisji promieniowania w dowolnym paśmie (uśredniona transmisja po długości fali) w oparciu o metodę K-correlated i bazę danych HITRAN. Zadanie należy rozwiązać dla jednego z gazów atmosferycznych np. H_2O lub CO_2 zakładając profil pionowy gazu, profil temperatury, ciśnienia itd. Należy uwzględnić poszerzenie linii widmowych związanych z efektem naturalnym, Dopplera, oraz zderzeniowym.
3. Przy wykorzystaniu modelu transferu promieniowania w atmosferze przeanalizować wpływ parametrów fizycznych chmur (wysokości podstawy, grubości optycznej chmur, ich albedo pojedynczego rozpraszania i pozostałych) na dopływ promieniowania słonecznego do powierzchni ziemi oraz albedo planetarne. Obliczenia wykonać dla wybranej lokalizacji w przebiegu rocznym w oparciu o wartości dobowe (średnie dobowe). Obliczenia wykonać dla stałego spektralnie albedo pojedynczego rozpraszania ($SSA=1$) oraz dla realistycznych wartości uzyskanych dla chmur wodnych oraz lodowych w oparciu o wyniki symulacji kodem mie.m
4. Wyznaczyć i przeanalizować przebieg roczny i dobowy oraz średnie roczne i dobowe wymuszania radiacyjne na powierzchni ziemi i na górnej granicy atmosfery związane z podwojeniem koncentracji CO_2 , zawartość pary wodnej (PW), oraz aerozolowej grubości optycznej aerozolu. Obliczenie wykonać dla wybranej lokalizacji w Polsce zakładając koncentrację bazowe na poziomie: $CO_2=270$ ppmV, $PW=1$ cm, $AOD=0.1$. W przypadku aerozolu obliczenia wykonać dla każdego z pięciu typów aerozolu dostępnych w modelu Fu-Liou. (Bartosz Cybulski)
5. Przy użyciu 2-strumieniowego modelu transferu promieniowania przebadать wpływ cząstek sadzy na albedo i współczynnik transmisji w zakresie krótkofalowym jednorodnej horyzontalnie chmury warstwowej. Uwzględnić różne grubości optyczne chmury w zakresie od 0.5 do 100 zbudowane z kropeł wody o promieniu $10 \mu m$ oraz różną grubość optyczną cząstek sadzy od 0 do 0.01. Własności optyczne cząstek sadzy oraz kropeł wody wyznaczyć przy użyciu kodu mie uwzględniając rzeczywiste współczynniki załamania światła w obu przypadkach (dostępne na stronie

<http://www.igf.fuw.edu.pl/~kmark/stacja/kody.php>). Obliczenia wykonać dla kąta zenitalnego słońca 0, 30 oraz 60°. Wyniki można przedstawić również dla wartości średnich dobowych. (Nikola Wierzbicka)

6. Przy użyciu metod „adding” i two-stream policzyć własności (współczynnik transmisji i odbicia) układu optycznego składającego się z filtra kwarcowego na którym zdeponowany jest aerozol. Założyć, że transmisja filtra wynosi 0.1, współczynnik odbicia 0.9, zaś albedo pojedynczego rozpraszania i parametr asymetrii odpowiednio 1.0 i 0.85. W przypadku aerozolu założyć grubość optyczną 1.5, albedo pojedynczego rozpraszania 0.9 i parametry asymetrii 0.65. Przenalizować jak transmisja przez taki układ (filtr plus aerozol) zależy od albedo pojedynczego rozpraszania i parametru asymetrii.
7. Korzystając z przybliżenia pojedynczego rozpraszania wyznaczyć poprawki wynikające z rozpraszania światła dla pomiaru promieniowania bezpośredniego, gdy kąt widzenia detektora radiometru wynosi odpowiednio 1, 3 oraz 5 stopnie. Przyjąć, rzeczywiste rozmiary tarczy słonecznej i jednorodny rozkład promieniowania słonecznego z rejonu tarczy słonecznej. Wykonać symulacje dla rzeczywistej atmosfery biorąc pod uwagę rozpraszanie na molekułach powietrza oraz rozpraszania i absorpcję przez aerozol. Obliczenia wykonać dla następujących parametrów optycznych aerozolu: parametry asymetrii $g=0.5, 0.6$ o 0.75 , albedo pojedynczego rozpraszania $0.8, 0.9, 0.95$ i 0.99 oraz grubość optyczną aerozolu $0.05, 0.1, 0.25$ oraz 1.0 .
8. Przy użyciu modelu Fu-Liou zasymulować i przebadать przypadki, w których całkowity strumień promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi przekracza wartości stałej słonecznej dla górnej granicy atmosfery. W tym celu założyć zachmurzenie warstwowe i zmodyfikować odpowiednio strumienie promieniowania bezpośredniego i rozproszonego wyznaczone przez ww. model.

ingly.