

## Problema 4. Efect Greenhouse

### (1) bonding time

[3 puncte]

Emisia electromagnetică a planetelor constă în radiația solară împrăștiată de acestea, care domină în vizibil, la care se adaugă emisia de radiație termică proprie. Corpurile sistemului solar sunt așadar vizibile ca urmare a faptului că radiația solară este în mare parte concentrată între 0.4 și 0.8 microni (spectrul vizibil). O parte din această radiație este absorbită, iar o parte este împrăștiată înapoi în spațiu.

Proporția dintre cele două cantități fizice depinde de coeficientul de absorbție, sau mai degrabă de coeficientul definit ca albedo Bond, ce caracterizează cantitativ radiația reflectată de suprafața unui obiect, cum ar fi o planetă sau un asteroid. Albedoul este raportul dintre fluxul energetic de radiație reflectat și cel incident. Valoarea maximă a albedoului este 1 pentru o suprafață perfect reflectantă, în timp ce tinde spre zero pentru un corp negru. Vom considera că albedoul mediu al Pământului este  $A = 0.33$ .

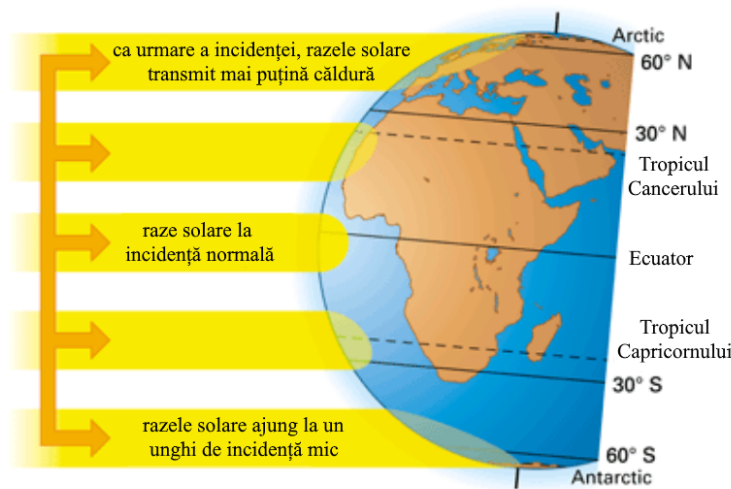


Figura 1: Incidența razelor solare pe Pământ

(a) Densitatea de energie primită de la Soare pe unitatea de timp la incidență normală este egală cu  $F_{\odot} = 1367 \text{ W m}^{-2}$  (constanta solară). Calculați cantitatea totală de radiație absorbită de Pământ în unitatea de timp. Se cunoaște raza Pământului,  $R_{\oplus} = 6371 \text{ km}$ . [1]

(b) Apelați la intuiția voastră de fizicieni pentru a evalua corectitudinea enunțurilor din următorul tabel: [2]

A	Fluxul relativ de radiație absorbită este egal cu $1 - A$ .	Adevărat / Fals
B	Albedoul suprafeței Pământului este constant și nu depinde de poziția geografică.	Adevărat / Fals
C	Zăpada proaspătă este caracterizată de un albedo ridicat.	Adevărat / Fals
D	Schimbări ale albedoului pot fi corelate cu schimbări climatice.	Adevărat / Fals
E	O erupție vulcanică ar crește temporar albedoul planetei noastre.	Adevărat / Fals

### (2) luăm temperatura

[3 puncte]

Temperatura efectivă a unui corp al Sistemului Solar poate fi definită ca fiind temperatura de echilibru a unei sfere considerată un corp negru, situată la distanța  $D$  de Soare, de diametru  $r$  și albedo  $A$ . Puterea radiativă (fluxul total de radiație emis în unitatea de timp) a unui corp

este dată de legea Stefan-Boltzmann:

$$P = \epsilon A \sigma T^4$$

unde  $\epsilon$  este emisivitatea ( $\epsilon = 1$  pentru un corp negru),  $A$  este suprafața radiativă a corpului,  $T$  este temperatura, iar  $\sigma = 5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$  este constanta Stefan-Boltzmann.

- (a) Determinați temperatura efectivă a Pământului considerând că acesta este un corp negru la echilibru ce respectă legea Stefan-Boltzmann, emițând înapoi toată radiația absorbită din spațiu. [2 1/2]
- (b) Să considerăm că temperatura medie a suprafeței Pământului este de 15 grade Celsius. Comparați această valoare cu rezultatul obținut la punctul anterior. Ce observați? [1/2]

### (3) un model simplu

[4 puncte]

Prezența unei atmosfere în jurul unei planete îi modifică temperatura în sensul că aceasta acționează ca un filtru pentru radiația infraroșie reflectată înapoi spre spațiu. O parte din radiațiile reflectate de sol sunt reabsorbite de atmosferă, care la rândul ei va radia atât spre spațiu cât și spre sol. Acest efect se numește *efect de seră*, sau, *efect Greenhouse*. În cazul planetei noastre, efectul se datorează vaporilor de apă și dioxidului de carbon prezenți în atmosferă absorbând radiația infraroșie venită dinspre sol.

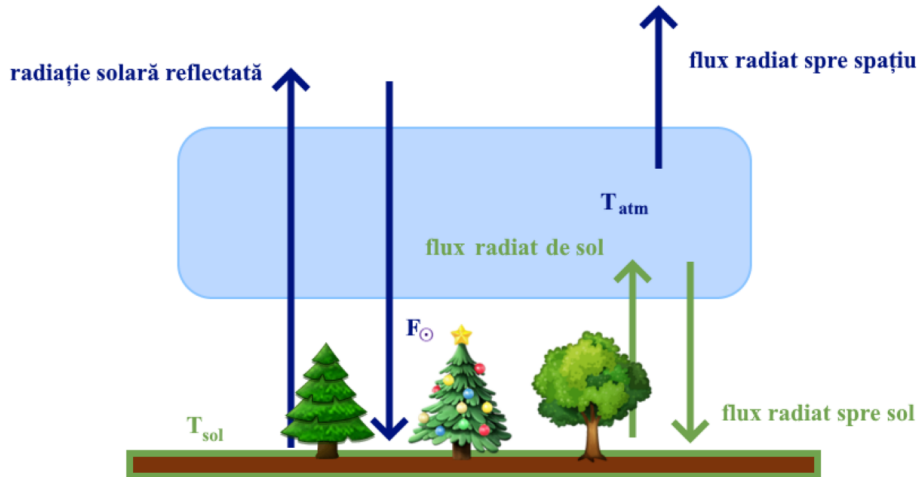


Figura 2: Efectul de seră - model simplificat

Pentru a cuantifica efectul de seră putem folosi un model simplu în care considerăm că atmosfera este o pătură parțial opacă, cu un coeficient de emisivitate/absorbție care este estimat în prezent în jurul valorii de  $\alpha_{atm} = \epsilon_{atm} = 0.7$ .

- (a) Având în vedere și contribuția atmosferei, calculați temperatura Pământului la sol,  $T_{sol}$ . [2]
- (b) Calculați temperatura păturii atmosferice considerate în model,  $T_{atm}$ . [1]
- (c) Ce aspecte sunt neglijate de modelul propus? [1]