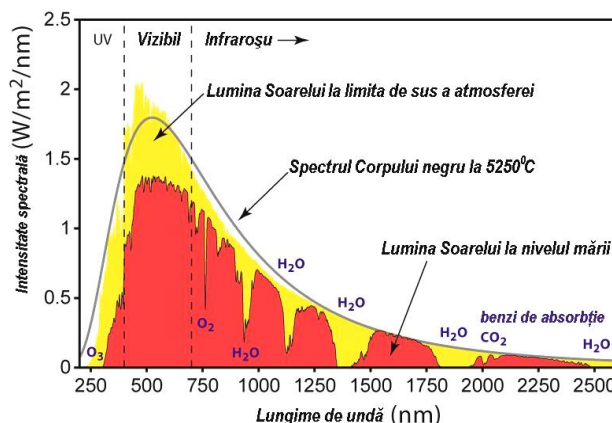
**Problema I (10 puncte)****Modelarea climei terestre**

Schimbarea climei și încălzirea globală, viețuirea speciei umane în condiții climatice noi, au devenit subiecte de interes public în ultimele decenii.

La scară cosmică singurele fenomene care intervin în echilibrul energetic al Pământului sunt absorbția și emisia radiației. Se poate spune că starea climei terestre se datorează echilibrului delicat dintre energia pe care Pământul o iradiază spre spațiul cosmic și energia pe care planeta noastră o captează de la formidabila sursă de energie care este Soarele.

Un corp care absoarbe radiația electromagnetică ce ajunge la suprafața sa, indiferent de lungimea de undă a acestei radiații și care emite radiație electromagnetică în funcție de temperatura suprafeței sale se numește corp negru. Un corp negru emite energie cu o distribuție spectrală specifică, dependentă de temperatura proprie. Linia plină, lisă, din graficul din imaginea de mai sus evidențiază distribuția spectrală a emisiei de energie a Soarelui (echivalent unui corp negru cu temperatura  $T_{\text{Soare}} = 5250^\circ\text{C}$ ).

Dacă  $I$  reprezintă energia totală (în întreg spectrul) emisă de unitatea de suprafață a unui corp negru în unitatea de timp, iar  $T$  este temperatura absolută a corpului negru, atunci legea Stefan – Boltzmann statuează că  $I = \sigma \cdot T^4$ . În această expresie  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  este constanta Stefan – Boltzmann.



**A.** Energia provenită de la Soare determină un flux energetic  $w_s = 1370 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ , pe o sferă cu raza egală cu distanța de la Pământ la Soare. Utilizează o modelare simplă, în care energia este preluată de la Soare și este disipată de Pământul considerat un corp negru și determină temperatura  $T_p$  pe care ar avea-o Pământul, în conformitate cu acest model.

**B.** Modelarea simplă de la punctul A se bazează pe ipoteza că Pământul este un corp negru. Ipoteza este nerealistă, deoarece toate imaginile luate din spațiu arată Pământul ca un corp luminos. Atmosfera terestră (mai ales norii) reflectă aproximativ 24% din energia care vine de la Soare, iar suprafața Pământului (mai ales de zonele cu ghețuri) reflectă încă 6% din energia incidentă. Caracteristica numită albedo măsoară raportul dintre fluxul energetic reflectat și fluxul energetic incident. Consideră că albedo-ul terestru este  $A = 30\%$  și determină temperatura Pământului, utilizând un nou model, care ia în considerare reflexia parțială a luminii provenite de la Soare.

**C.** În timp ce Soarele emite energie mai ales în domeniul vizibil, temperatura relativ scăzută a suprafeței terestre face ca emisia Pământului să fie localizată în zona infraroșie a spectrului. O modelare mai atentă a climei ia în considerare proprietățile atmosferei. Aceasta este un amestec de gaze cu proprietăți absorbante specifice. Spectrul prezentat în imaginea de mai sus evidențiază că în diferite domenii spectrale unele dintre gazele atmosferice pot absorbi radiație. Caracterizarea absorbției pe domenii spectrale se poate face prin introducerea coeficienților de absorbție în vizibil  $\alpha_{\text{vis}}$  și respectiv în infraroșu  $\alpha_{\text{ir}}$ , exprimați prin raportul dintre energia care trece prin atmosferă și energia care pătrunde în atmosferă. Dacă radiația este complet absorbită atunci  $\alpha = 0$ , iar dacă radiația nu este absorbită de loc  $\alpha = 1$ . Determină temperatura Pământului  $T_p$  într-un model care se ia în considerare reflexia parțială a luminii provenite de la Soare (albedoul  $A = 0,3$ ) și proprietățile absorbante ale atmosferei ( $\alpha_{\text{vis}} = 0,8$  și  $\alpha_{\text{ir}} = 0,1$ ).

**D.** Folosind modelul de la punctul C calculează temperatura la suprafața Pământului, în situația în care albedoul și coeficienții de absorbție au valorile indicate în tabelul 1. Completează acest tabel cu valorile temperaturii la suprafața Pământului pe care le-ai obținut.

Caz	1	2	3	4
$w_s$	1370	1370	1370	1370
$\alpha_{vis}$	1	1	1	1
$\alpha_{ir}$	1	1	0	0
A	0,3	0	0	0,3
$T''_P$ (K)				
$T''_P$ (°C)				

Tabel 1

**E.** Presupune că distanța dintre Pământ și Soare ar crește cu 1% . Care ar fi temperatura Pământului în acest caz (conform modelului de la punctul C), dacă  $A = 0,3$  ,  $\alpha_{ir} = 0,3$  și  $\alpha_{vis} = 0,6$  .

**F.** Presupune că în urma unor explozii nucleare în Sahara o parte din nisip s-ar transforma într-o „ o oglindă de sticlă” . Estimează suprafața pe care ar trebui să o aibă o astfel de oglindă pentru ca temperatura Pământului să scadă cu 1% . Folosește modelarea de la punctul C.

**G.** Într-o zi însorită de vară, la amiază vrei să aprinzi o bucată de hârtie concentrând razele de lumină provenite de la Soare cu ajutorul unei lupe cu distanța focală  $f = 150 \text{ mm}$  și diametrul  $D = 50 \text{ mm}$  .

Cunoscând:

- diametrul unghiular al Soarelui  $\alpha = 4,6 \text{ mrad}$  ;
- fluxul termic primit de Pământ de la Soare  $J_s = 1400 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  ;
- temperatura mediului înconjurător  $T_0 = 300 \text{ K}$  ;
- masa unității de suprafață a bucății de hârtie  $\rho_\sigma = 80 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$  ;
- căldura specifică a hârtiei  $c = 10^3 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  ;
- raportul dintre puterea absorbită și cea incidentă  $\gamma = 10^{-2}$  ;
- temperatura de aprindere a hârtiei  $T_{\text{aprindere}} = 505 \text{ K}$

estimează intervalul de timp după care foaia de hârtie se va aprinde.

Subiect propus de:

Delia DAVIDESCU – Centrul Național pentru Curriculum și Evaluare în Învățământul Preuniversitar – Ministerul Educației Cercetării și Inovării