



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
INSPECTORATUL ȘCOLAR AL JUDEȚULUI BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL "FERDINAND I" BACĂU

CONCURSUL NAȚIONAL DE MATEMATICĂ ȘI FIZICĂ
"VRÂNCEANU – PROCOPIU" EDIȚIA A IX -A

XI

Problema 1

Un ou fiert tare (10 puncte)

Un ou, luat direct din frigider la temperatura $T_0 = 4^\circ\text{C}$ este pus într-un vas cu apă care fierbe la temperatura T_1 .

- Cât de mare este cantitatea de căldură Q necesară pentru coagularea oului?
- Cât de mare este fluxul termic J care „curge” spre ou?
- Cât de mare este puterea termică P transferată oului?
- Cât timp trebuie ținut oul în apa care fierbe pentru a obține un ou fiert tare?

Sugestie

Folosește forma simplificată a legii Fourier

$$J = \kappa \Delta T / \Delta r$$

în care ΔT este diferența de temperatură asociată cu Δr ce reprezintă, dimensiunea tipică pe direcția de curgere a căldurii. Unitatea de măsură a fluxului termic J este W m^{-2} .

Date

Densitatea de masă a oului este: $\rho = 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Căldura specifică a oului este: $c = 4200 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

Raza oului este: $R = 2,5 \text{ cm}$

Temperatura de coagulare a albuminei (proteina din ou): $T_c = 65^\circ\text{C}$

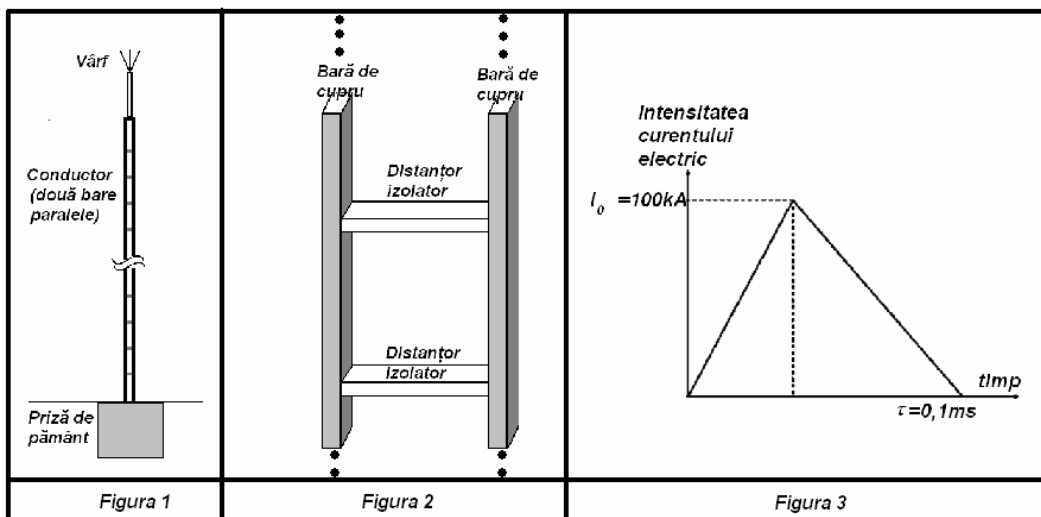
Conductivitatea termică: $\kappa = 0,64 \text{ W} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (presupusă identică pentru albumina solidă și lichidă)

Problema 2

Trăsnet! (10 puncte)

Unul dintre cele mai spectaculoase fenomene naturale, trăsnetul, produce efecte distructive. Pentru protejarea clădirilor de trăsnet, se folosește paratrăsnetul. Alcătuit dintr-un vârf captor, un conductor electric și o priză la pământ – ca în figura 1 – paratrăsnetul „conduce” către pământ sarcina electrică a trăsnetului.

Conductorul electric al unui paratrăsnet este alcătuit din două bare rigide, verticale, paralele, de cupru. Barele au secțiunea pătrată cu latura $\ell = 5 \text{ mm}$ și înălțimea $h = 50 \text{ m}$. Conductivitatea electrică a cuprului este $\sigma = 5,9 \times 10^7 \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Cele două bare sunt conectate în paralel între vârful paratrăsnetului și priza de pământ a acestuia. Între barele conductorului paratrăsnetului sunt plasate (ca în figura 2) $N=100$ distanțoare izolatoare, având lungimea $L = 10 \text{ cm}$. Distanțoarele, care sunt identice au secțiunea pătrată cu latura $\ell = 5 \text{ mm}$ și sunt dispuse la distanțe regulate $d = 0,5 \text{ m}$, astfel că ansamblul seamănă cu o scară cu o sută de trepte. Materialul distanțoarelor are coeficientul Young $E = 10^{10} \text{ N} \cdot \text{m}^{-2}$. Priza de pământ a paratrăsnetului poate fi asimilată unui cilindru cu raza $R = 2 \text{ m}$ și înălțimea $z = 2 \text{ m}$. Densitatea materialului prizei de pământ este $\rho = 2100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ și căldura specifică a acestuia $c = 670 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Înălțimea la care plutesc norii este $H = 1 \text{ km}$.



Trăsnetul se datorează încărcării electrostatice a norilor. Baza norului se încarcă de obicei pozitiv în timp ce partea superioară a norului se încarcă negativ iar pământul de sub nor se încarcă de asemenea negativ. Atunci când intensitatea câmpului electric apărut datorită încărcării depășește o valoare cunoscută sub numele de „câmp de străpungere pentru aer”, poate apare o descărcare explozivă între nor și pământ - trăsnetul. Figura 3 prezintă evoluția temporală idealizată a pulsului de curent reprezentat de trăsnet. Valoarea maximă a curentului este $I_0 = 100 \text{ kA}$ și intervalul de timp în care se desfășoară trăsnetul este $\tau = 0,1 \text{ ms}$. În urma captării trăsnetului, priza de pământ a paratrăsnetului se încălzește cu $\Delta t = 40^\circ \text{C}$. Răspunde la următoarele întrebări:

1. Câte sarcini elementare se deplasează în cursul trăsnetului? Știi că sarcina electrică elementară este $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$.
2. Presupunând că toată energia trăsnetului servește doar la încălzirea prizei de pământ, care este diferența de potențial ΔU dintre nor și pământ?
3. Care este valoarea câmpului de străpungere pentru aer?
4. Cât este diferența de potențial maximă între vârful paratrăsnetului și priza sa de pământ?
5. Care este valoarea forței maxime care acționează asupra unui distanțor în cursul trăsnetului?
6. Cât este deformarea maximă a unui distanțor în cursul trăsnetului?

Delia Constanța DAVIDESCU, SNEE
 Adrian S.DAFINEI, Universitatea București
 Ion TOMA Centrul de Excelență București