

## 2 Mici radioactivi



Sa presupunem ca vrem sa prajim o caserola de mici folosind fisiunea uraniului. Izotopul de uraniu necesar pentru aceasta reactie este  $^{235}\text{U}$ , inasa acesta nu poate fi gasit in stare pura, ci in amestec cu alti izotopi de uraniu. Vom considera ca avem la dispozitie uraniu cu o puritate de 10%  $^{235}\text{U}$ . In urma unei reactii de fisiune, se elibereaza in medie  $Q_0 = 200\text{MeV}$  (energia cinetica a unui electron ce este accelerat intr-o diferenta de potential de 200MV). Vom presupune ca energia eliberata se propaga izotrop, iar coeficientul de absorbtie pentru mici este de 100%. Caldura specifica a micilor este considerata ca fiind  $c = 2700\text{J/kg} \cdot \text{K}$ , acestia avand fiecare o masa  $m_m = 40\text{g}$  si pot fi aproximati ca paralelipipede cu dimensiunile  $d=l=1\text{cm}$ ,  $L=5\text{cm}$ . Vom presupune ca la momentul initial micii au temperatura  $t_1 = 15^\circ\text{C}$ , iar pentru a fi considerati facuti, acestia trebuie sa ajunga la temperatura  $t_2 = 80^\circ\text{C}$ . Nota: fiecare izotop de  $^{235}\text{U}$  poate fisiona o singura data.

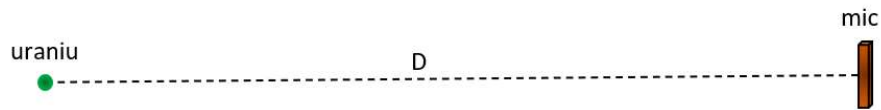
a) Considerati sursa radioactiva ca fiind un punct material. Aflati expresia caldurii emanate pe unitatea de suprafata  $q = \frac{\Delta Q}{\Delta S}$  la o distanta  $r$  fata de sursa. [2p]

Solutie:	
Pentru o masa $m$ de uraniu, doar 10% poate fisiuna: $m_u = \frac{m}{10}$	0.25p
Numarul de izotopi radioactivi din sursa: $N = \frac{m_u}{\mu} * N_A = \frac{m}{10\mu} N_A$	0.25p
Caldura totala emanata de reactia de fisiune a sursei: $Q = N * Q_0 = Q_0 * \frac{m}{10\mu} N_A$	0.75p
Deoarece caldura se propaga izotrop, $\Delta S = 4\pi r^2$ (aria unui cerc de raza $r$ ), iar $q = \frac{Q}{\Delta S} = \frac{mQ_0N_a}{40\pi\mu r^2}$	0.75p

b) Ce caldura trebuie sa absoarba un mic pentru a fi considerat facut?[1p]

Solutie:	
Expresia caldurii absorbite de un mic: $Q_m = m_m c \Delta t = mc(t_2 - t_1)$	0.5p
Numeric: $Q_m = 7020j$	0.5p

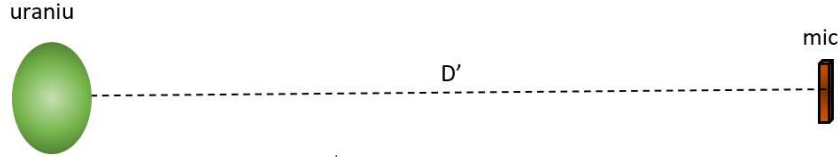
c) Considerati sursa radioactiva ca fiind un punct material ce se afla la o distanta  $D = 1m$  de un mic (vezi imaginea de mai jos). Ce masa minima de uraniu (impur) este necesara pentru a praji micul?[2p]



Solutie:	
Transformand $Q_0$ din MeV in j, obtinem $Q_0 = 3.2 * 10^{-11}j$	0.25p
Deoarece D este mult mai mare decat dimensiunile micului, se poate aproxima ca distanta de la sursa pana la oricare punct al micului este constanta	0.25p
Pentru a se obtine distanta minima, micul trebuie asezat cu una dintre laturi spre sursa (ci nu cu una dintre fete, pentru a mari suprafata) $s = ld\sqrt{2}$	0.25p
Caldura ce este absorbita de mic: $Q_a = q * s = \frac{mQ_0N_a ld\sqrt{2}}{40\pi\mu D^2}$	0.25p
Caldura este egala cu cea de prajire a unui mic $Q_a = Q_m$ , de unde se poate obtine expresia pentru masa minima de uraniu: $m = Q_m * \frac{40\pi\mu D^2}{Q_0N_a ld\sqrt{2}}$	0.5p
Numeric: $m \approx 0.0000152kg = 15.2mg$	0.5p

d) Considerati sursa radioactiva ca fiind un disc de grosime neglijabila, raza  $a = 1m$  si o masa  $M = 100g$  distribuita uniform. Izotopii radioactivi sunt de

asemenea distribuiti uniform. La ce distanta maxima  $D'$  trebuie plasat un mic perpendicular pe axa de simetrie a discului pentru a putea fi considerat facut (vezi imaginea de mai jos)? Nota: daca considerati util, folositi urmatoarea aproximare pentru valori foarte mari ale lui  $N$ :  $\sum_{i=0}^N \frac{i}{N^2 b^2 + i^2 a^2} \approx \frac{1}{2a^2} \ln\left(\frac{b^2 + a^2}{b^2}\right)$ . [4p]



Solutie:	
Sursa radioactiva va fi aproximata ca fiind formata din $N$ surse in forma de cercuri concentrice de grosimi foarte mici $\Delta x = \frac{a}{N}$ , astfel incat acestea au masa $\Delta m_i = \frac{M 2r_i \Delta x}{a^2}$ , unde $r_i = i * \Delta x$	0.5p
Din experienta subpunctului trecut, putem deduce ca $D'$ este mult mai mare decat dimensiunile micului	0.25p
Distanta de la orice punct de pe o sursa circulara pana la mic este aproximativ egala: $D_i = \sqrt{D'^2 + r_i^2}$	0.25p
Pentru fiecare inel: $q_i = A * \frac{m_i}{D_i^2}$ , unde $A = \frac{Q_0 N a}{20 \pi \mu}$	0.5p
Deoarece ne intereseaza distanta maxima, micul va fi pozitional cu una dintre fete indreptata spre sursa (pentru a produce suprafata minima): $s' = l d$	0.25p
Expresia caldurii absorbite de mic provenite de la un inel: $Q_i = q_i * s' = A \frac{s'}{a^2} \frac{M i \Delta x}{D'^2 + (i \Delta x)^2} * \Delta x$ $Q_i = B \frac{i \Delta x}{D'^2 + (i \Delta x)^2} * \Delta x$ unde $B = A \frac{s' M}{a^2}$	0.25p
Expresia caldurii absorbite de mic provenite de la intreaga sursa: $Q_a = B \sum_{i=0}^N \frac{i \Delta x}{D'^2 + (i \Delta x)^2} * \Delta x$	0.5p
Folosind formula din enunt, expresia finala a caldurii absorbite este: $Q_a = B * \frac{1}{2} \ln\left(\frac{D'^2 + a^2}{D'^2}\right)$	0.5p
Expresia lui $D'$ , luand in considerare ca $Q_a = Q_m$ : $D' = \frac{a}{\sqrt{e^{\frac{2Q_m}{B}} - 1}}$	0.5p
Numeric: $D' \approx 61m$	0.5p