



Olimpiada de Fizică - Etapa națională  
1 – 6 aprilie 2012  
Ilfov

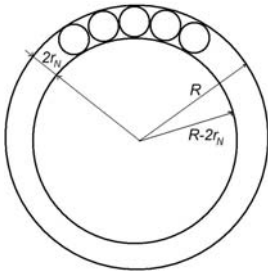
*Baraj*

**Barem de evaluare și de notare**

Se punctează în mod corespunzător oricare altă modalitate de rezolvare, care conduce la rezultate corecte

*Problema a V-a*  
*Un model simplu al nucleului atomic*

Nr. item	Sarcina de lucru nr.1	Punctaj
1.a.	<p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>expresia volumului ocupat de cei opt nucleoni într-un cub <math>V_8 = \frac{\pi}{6} \cdot a^3 = V_N</math> 0,20p</li> <li>expresia volumului cubului <math>V_{cub} = a^3 = 8 \cdot r_N^3</math> 0,10p</li> <li>expresia factorului de împachetare <math>f = \frac{V_N}{V_{cub}} = \frac{V_N}{a^3} = \frac{V_N}{(2 \cdot r_N)^3}</math> 0,10p</li> <li><math>f = 0,52</math> 0,10p</li> </ul>	0,50p
1.b.	<p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>expresia densității medii a nucleului <math>\left\{ \begin{array}{l} \rho_m = \frac{m_N}{V_{cub}} \\ \rho_m = f \cdot \frac{m_N}{V_N} \end{array} \right.</math> 0,20p</li> <li><math>\rho_m = 3,40 \cdot 10^{17} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}</math> 0,20p</li> </ul>	0,40p
1.c.	<p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>expresia densității de sarcină electrică a nucleului <math>\left\{ \begin{array}{l} \rho_s = \frac{e}{2} \cdot \frac{1}{V_{cub}} \\ \rho_s = \frac{f}{2} \cdot \frac{e}{V_N} \end{array} \right.</math> 0,30p</li> <li><math>\rho_s = 1,63 \cdot 10^{25} \text{ C} \cdot \text{m}^{-3}</math> 0,20p</li> </ul>	0,50p
1.d.	<p>Pentru:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>expresia volumului ocupat de cei <math>A</math> nucleoni <math>\left\{ \begin{array}{l} V = \frac{A \cdot V_N}{f} \\ V = \frac{A}{f} \cdot \frac{4 \cdot \pi}{3} \cdot r_N^3 \end{array} \right.</math> 0,20p</li> <li>expresia volumului nucleului considerat ca o sferă <math>V = \frac{4 \cdot \pi}{3} \cdot R^3</math> 0,10p</li> <li><math>R = r_N \cdot \left( \frac{A}{f} \right)^{\frac{1}{3}}</math> 0,20p</li> </ul>	0,70p

	$R = 1,06 \cdot A^{\frac{1}{3}} (fm)$	0,20p	
Nr. item	Sarcina de lucru nr.2	Punctaj	
2.a.	<p>Pentru:</p>  <p>expresia volumului păturii sferice</p> $\begin{cases} V_{suprafata} = \frac{4 \cdot \pi}{3} \cdot (R)^3 - \frac{4 \cdot \pi}{3} \cdot (R - 2 \cdot r_N)^3 \\ V_{suprafata} = 8 \cdot \pi \left( R^2 \cdot r_N - 2 \cdot R \cdot r_N^2 + \frac{4}{3} \cdot r_N^3 \right) \end{cases}$ <p>expresia numărului de nucleoni situați în pătura sferică de la suprafața nucleului</p> $A_{suprafata} = \frac{V_{suprafata}}{(V_N/f)} = f \cdot \frac{8 \cdot \pi \left( R^2 \cdot r_N - 2 \cdot R \cdot r_N^2 + \frac{4}{3} \cdot r_N^3 \right)}{(4\pi/3) \cdot r_N^3}$ $A_{suprafata} = 4,84 \cdot A^{2/3} - 7,80 \cdot A^{1/3} + 4,19$ $\begin{cases} E_b = a_V \cdot (A - 3 \cdot f^{1/3} \cdot A^{2/3} + 6 \cdot f^{2/3} \cdot A^{1/3} - 4 \cdot f) \\ \text{sau} \\ E_b = (15,8 \cdot A - 38,2 \cdot A^{2/3} + 61,6 \cdot A^{1/3} - 33,1) MeV \end{cases}$	<p>0,40p</p> <p>0,40p</p> <p>0,40p</p> <p>0,50p</p>	1,70p
Nr. item	Sarcina de lucru nr.3	Punctaj	
3.a.	<p>Pentru:</p> <p>expresia energiei electrostatice a nucleului <math>U_{nucleu} = \frac{3 \cdot Z \cdot (Z - 1) \cdot e^2}{20 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot R}</math></p> $\begin{cases} U_{nucleu} \cong \frac{3 \cdot A \cdot (A - 2) \cdot e^2 \cdot f^{1/3}}{80 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r_N \cdot A^{1/3}} \\ U_{nucleu} \cong \frac{3 \cdot e^2 \cdot f^{1/3}}{20 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r_N} \cdot \left( \frac{A^{5/3}}{4} - \frac{A^{2/3}}{2} \right) \end{cases}$ <p>sau</p> $U_{nucleu} \cong (0,204 \cdot A^{5/3} - 0,409 \cdot A^{2/3}) \cdot MeV$	<p>0,40p</p> <p>0,60p</p>	1,00p
3.b.	<p>Pentru:</p> <p>expresia energia totală de legătură a nucleului</p> $E_{b,complet} = a_V \cdot (A - 3 \cdot f^{1/3} \cdot A^{2/3} + 6 \cdot f^{2/3} \cdot A^{1/3} - 4 \cdot f) - \frac{3 \cdot e^2 \cdot f^{1/3}}{20 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r_N} \cdot \left( \frac{A^{5/3}}{4} - \frac{A^{2/3}}{2} \right)$	0,50p	0,50p

Nr. item	Sarcina de lucru nr.4	Punctaj
4.a.	<p>Pentru:</p> <p>expresia energiei potențiale electrostatice repulsive, corespunzătoare</p> <p>▪ nucleelor rezultate în urma dezintegrării</p> $\begin{cases} E_{el} = \frac{e^2 \cdot Z^2}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot d} \\ E_{el} = \frac{e^2 \cdot A^2}{64 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot d} \end{cases}$ <p>expresia energiei cinetice pentru cele două nuclee rezultate din dezintegrare</p> <p>▪ <math>E_{cin}(d) = +(-E_{b,complet}(A)) - \left(-2 \cdot E_{b,complet}\left(\frac{A}{2}\right)\right) - \frac{e^2 \cdot A^2}{64 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot d}</math></p> <p><math>E_{cin}(d) = a_v \cdot (-3 \cdot f^{1/3} \cdot A^{2/3} \cdot (2^{1/3} - 1) + 6 \cdot f^{2/3} \cdot A^{1/3} \cdot (2^{2/3} - 1) - 4 \cdot f) -</math></p> <p>▪ <math>-\frac{3 \cdot e^2 \cdot f^{1/3}}{20 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_N} \cdot \left(\frac{A^{5/3}}{4} \cdot (2^{-2/3} - 1) - \frac{A^{2/3}}{2} \cdot (2^{1/3} - 1)\right) - \frac{e^2 \cdot A^2}{64 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot d}</math></p>	<p>1,50p</p> <p>0,40p</p> <p>0,60p</p> <p>0,50p</p>
4.b.	<p>Pentru:</p> <p>expresia energiei cinetice pentru cazul <math>d = 2R(A/2)</math></p> <p>▪ <math>E_{cin}(A/2) = 2 \cdot E_{b,complet}\left(\frac{A}{2}\right) - E_{b,complet}(A) - \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0} \cdot \frac{2^{1/3} \cdot f^{1/3} \cdot e^2 \cdot A^2}{32 \cdot r_N \cdot A^{1/3}}</math></p> <p><math>E_{cin}(A/2) = a_v \cdot (-3 \cdot f^{1/3} \cdot A^{2/3} \cdot (2^{1/3} - 1) + 6 \cdot f^{2/3} \cdot A^{1/3} \cdot (2^{2/3} - 1) - 4 \cdot f) -</math></p> <p>▪ <math>-\frac{e^2 \cdot f^{1/3}}{\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_N} \cdot \left(\frac{3}{80} \cdot (2^{-2/3} - 1) - \frac{2^{1/3}}{128}\right) \cdot A^{5/3} - \frac{e^2 \cdot f^{1/3}}{\pi \cdot \varepsilon_0 \cdot r_N} \cdot \left(\frac{3}{40} \cdot (2^{1/3} - 1)\right) \cdot A^{2/3}</math></p> <p>sau</p> <p><math>E_{cin}(A/2) = (0,02203A^{5/3} - 10,0365A^{2/3} + 36,175A^{1/3} - 33,091)MeV</math></p>	<p>1,00p</p> <p>0,40p</p> <p>0,60p</p>
4.c.	<p>Pentru:</p> <p><math>A = 100 \quad E_{cin} \cong -33,95MeV</math></p> <p><math>A = 150 \quad E_{cin} \cong -30,93MeV</math></p> <p>▪ <math>A = 200 \quad E_{cin} \cong -14,10MeV</math></p> <p><math>A = 250 \quad E_{cin} \cong +15,06MeV</math></p>	<p>1,20p</p> <p>1,20p</p>
4.d.	<p>Pentru:</p> <p>▪ <math>E_{cin}(d = 2R(A/2)) \geq 0</math></p> <p>▪ <math>A \geq 227</math></p>	<p>1,00p</p> <p>0,50p</p> <p>0,50p</p>
TOTAL Problema a V-a		10p

© Barem de evaluare și de notare propus de:

Dr. Delia DAVIDESCU – Centrul Național de Evaluare și Examinare – M E C T S