



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE

IAȘI, 23-27 aprilie 2025

Ediția a LVIII-a

Proba de baraj

CHIMIE FIZICĂ-TERMODINAMICĂ

Subiectul I

(10 puncte)

Ureea a fost primul compus organic sintetizat artificial din substanțe anorganice (1828, Friedrich Wöhler), fapt ce a marcat un moment important în chimia organică, dovedind că substanțele organice pot fi create artificial. Ureea este o substanță solidă, cristalină, albă, foarte solubilă în apă și relativ solubilă în alcool. Pe lângă utilizarea ca îngrășământ chimic, ureea este utilizată în industria chimică și farmaceutică, în formularea unor produse cosmetice și dermatologice (în creme hidratante datorită capacității sale de a reține apa), respectiv în industria auto, sub formă de soluție apoasă (AdBlue®) pentru reducerea emisiilor de oxizi de azot în motoarele diesel. În organismul uman, ureea este un produs al metabolismului proteic, fiind principalul compus prin care mamiferele (inclusiv omul) excretă azotul din organism prin urină.

- O soluție ce conține 0,270 g uree dizolvată în 50 mL etanol absolut ($T_f = 78\text{ }^{\circ}\text{C}$) fierbe la o temperatură cu $0,139\text{ }^{\circ}\text{C}$ mai ridicată decât solventul pur. Să se calculeze căldura de vaporizare a etanolului (în $\text{cal}\cdot\text{g}^{-1}$) la temperatura de fierbere.
- Pentru efectuarea unei lucrări practice în laborator, este necesară păstrarea globulelor roșii în soluție izotonică. Ce masă de uree trebuie cântărită și dizolvată la balon cotat de 100 mL, astfel încât soluția să fie izotonică cu serul sanguin, a cărui presiune osmotică la $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ este 5776 mmHg?
- Volumul soluției (în mL) cu molalitatea m de uree pentru 1000 g apă, la $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, este dat de relația: $V = 1003,05 + 44,2284m + 0,133388m^2 - 0,004546m^3$. Să se deducă:
 - ecuația generală pentru volumul parțial molar al ureei;
 - volumul parțial molar al ureei într-o soluție ce conține 120 g uree într-un litru de apă, la $25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
 - volumul parțial molar al ureei la diluție infinită.
- Calculați scăderea relativă a presiunii de vapori (în procente) la $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ pentru o soluție ce conține 30 g uree în 500 mL apă (Figura 1).
- Etanolul și *n*-propanolul formează un amestec (aproape) ideal. Care va fi variația entalpiei libere la amestecare, dacă se diluează un litru de etanol absolut cu un litru de *n*-propanol la $20\text{ }^{\circ}\text{C}$? Cum comentați rezultatul obținut? Considerați că amestecul are comportare ideală.
- Estimați prin calcul variația energiei libere Gibbs pentru transferul (la nivel renal) a 3,0 g uree din plasmă în urină, la $37\text{ }^{\circ}\text{C}$, dacă concentrațiile ureei sunt $30\text{ mg}\cdot\text{dL}^{-1}$ în plasmă și $0,334\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ în urină. Comentați rezultatul obținut.

Informații suplimentare:

(1) $R = 0,082 \text{ L} \cdot \text{atm} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $R = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

(2) Pentru definirea condițiilor standard se consideră $1 \text{ atm} = 1 \text{ bar} = 760 \text{ mmHg} = 101325 \text{ Pa}$;

(3) Se consideră $0^\circ\text{C} = 273,15 \text{ K}$;

(4) $1 \text{ cal} = 4,184 \text{ J} = 0,0413 \text{ L} \cdot \text{atm}$;

(5) Se vor utiliza următoarele informații:

Substanța	M ($\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)	Densitatea ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
Uree (s)	60	-
Etanol(l)	46	789*
n-Propanol(l)	60	803*
Apă(l)	18	Figura 1

*pentru simplificare, se va considera valoarea densității alcoolilor independentă de temperatură

(6) Densitatea apei, acolo unde este necesară, se determină conform datelor din Figura 1.

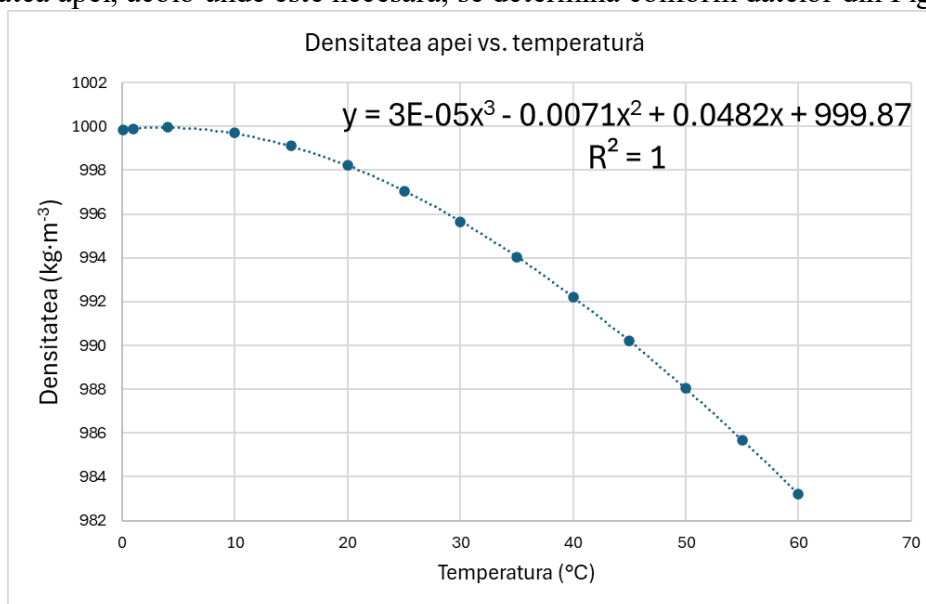


Figura 1. Variația densității apei cu temperatura

(6) O soluție izotonică are aceeași concentrație osmolară cu cea a serului sanguin. Soluții cu concentrații osmolare mai mari sunt hipertonică, iar cele cu concentrații osmolare mai mici sunt hipotonice. Concentrația osmolară (sau osmolaritatea) este o mărime fizico-chimică ce exprimă numărul de particule osmotice (osmoli) dizolvate într-un litru de soluție. Pentru electroliți tari, concentrația osmolară rezultă din aditivitatea concentrațiilor molare ale ionilor din soluție, iar pentru neelectroliți, osmolaritatea este identică cu molaritatea. Comportarea eritrocitelor (globulelor roșii) în soluție hipertonică (ratatinarea), izotonică (fiziologic normală) și hipotonică (hemoliza) este prezentată în Figura 2.

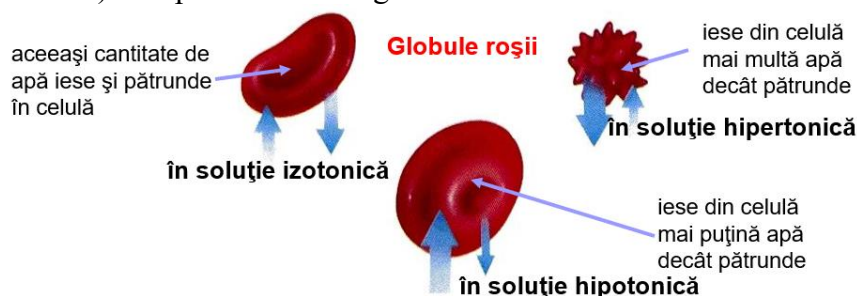


Figura 2. Comportarea eritrocitelor (globulelor roșii) în soluție hipertonică, izotonică (fiziologic normală) și hipotonică