



## Problema 1

a) În 1870, William Thomson (viitorul Lord Kelvin), studiind fenomenele capilare într-un tub cu secțiunea circulară, a arătat că, în condiții de echilibru termodinamic între lichidul din capilar și vaporii acestuia, presiunea de vapori depinde de curbura suprafeței lichidului. Pentru cazul unui lichid care udă perfect pereții capilarului și formează un menisc concav, el a dedus formula:

$$p_r = p_\infty - \frac{2\sigma\rho_l}{(\rho_l - \rho_v)r},$$

unde  $p_r$  este presiunea vaporilor deasupra meniscului format în capilarul cu raza  $r$ ,  $p_\infty$  presiunea vaporilor deasupra suprafeței plane,  $\sigma$  tensiunea superficială a lichidului,  $\rho_v$  și  $\rho_l$  densitățile vaporilor, respectiv fazei lichide.

Această formulă este una aproximativă, deoarece în ciuda faptului că se presupune că vaporii au un comportament similar cu al unui gaz ideal, dependența densității lor de presiune a fost neglijată. Pornind de la formula lui Kelvin, deduce o formulă care să ia în considerare și această dependență. Mai exact, demonstrează că  $p_r = \alpha e^{\beta/r}$  și deduce expresiile matematice pentru  $\alpha$  și  $\beta$ .

b) Diferența presiunii de vapori în cele două situații ( $p_r$ , respectiv  $p_\infty$ ) este foarte mică. Primul experiment modern de măsurare a acestei diferențe, cu ajutorul unui manometru foarte precis, bazat pe interferometrie optică, a fost realizat în 1930 de către M. Thomă. El a măsurat diferența de presiune a vaporilor din două recipiente în care suprafețele lichidului aveau o formă plană, respectiv curbată. Același tip de variație a presiunii de vapori cu raza de curbura a interfeței s-a observat și în cazul studiului picăturilor lichide aflate în echilibru termodinamic cu vaporii saturați ai aceluiași lichid.

Se imaginează următorul experiment: în două recipiente închise, aflate la aceeași temperatură, conectate printr-un manometru foarte precis se află un lichid, respectiv o ceață formată din picături foarte fine ale aceluiași lichid, ambele în echilibru termodinamic cu vaporii lor. Se consideră că ceața, obținută cu ajutorul unui pulverizator, conține picături având pe toată durata măsurărilor aproximativ aceeași rază. Mărimea acesteia se poate determina printr-un experiment de tip Millikan (fără ca sarcina electrică pe care o dobândesc picăturile să aibă vreo influență asupra mărimilor măsurate). Diferența de presiune  $\Delta p$  a vaporilor din cele două recipiente se determină cu ajutorul unui manometru cu interferometrie optică. Rezultatele experimentale obținute pentru mai multe seturi de măsurători, realizate pentru picături de diferite dimensiuni, sunt trecute în tabelul alăturat. Estimează pe baza acestor rezultate tensiunea superficială a lichidului.

$r(\mu\text{m})$	$\Delta p(\text{Pa})$
1,0	6,30
1,2	5,25
1,4	4,50
1,6	3,94
1,8	3,50
2,0	3,18

c) Determină lucrul mecanic necesar obținerii unei ceți alcătuită din picături de rază  $r = 1,2 \mu\text{m}$  dintr-o picătură de lichid având masa de 1 g.

Se cunosc:

- temperatura sistemului:  $T = 293\text{K}$
- densitatea substanței în faza lichidă:  $\rho_l = 789 \text{ kg/m}^3$
- masa molară a substanței:  $\mu = 46 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$
- presiunea de vapori a substanței (pentru suprafață plană):  $p_\infty = 5950 \text{ Pa}$
- constanta universală a gazelor:  $R = 8,314 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$

Obs: Dacă este nevoie, poți folosi aproximațiile  $e^{\pm x} \approx 1 \pm x$  sau  $\ln(1 \pm x) \approx \pm x$ , pentru  $x \ll 1$ .

Problemă propusă de:

Lector. Univ. Dr. Adrian NECULAE și Asist. Univ. Dr. Gabriel PASCU,  
Facultatea de Fizică, Universitatea de Vest din Timișoara

1. Fiecare dintre subiecte se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, c etc.
3. Durata probei este de 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.