

IZOTERMA DE ADSORBȚIE

1. SCOPUL LUCRĂRII

Determinarea parametrilor izotermei de adsorbției a acidului acetic din soluție apoasă, pe cărbune activ pulverulent.

2. NOȚIUNI TEORETICE

Dacă se pune în contact un gaz sau un lichid cu un solid cu care nu reacționează, se constată că o parte din gaz sau lichid este reținută la suprafața solidului. Acest fenomen se numește adsorbție. Gradul de reținere al substanței adsorbite de către adsorbant este caracterizat prin **adsorbția specifică χ** , definită ca raportul între cantitatea adsorbită n_a (în moli) și masa adsorbantului m (în kilograme):

$$\chi \left(\frac{\text{mol}}{\text{kg}} \right) = \frac{n_a}{m} \quad (1)$$

Absorbția specifică depinde de natura adsorbantului și substanței adsorbite, de temperatură, de natura fazei fluide în care se găsește substanța care se adsoarbe (gaz sau lichid) și de compoziția acestei faze. La adsorbția dintr-o fază lichidă binară, χ va depinde atât de natura solventului cât și de concentrația c a substanței care se adsoarbe, aflată la echilibru, în soluție. Concentrația c se exprimă în mol/L. Dependența $\chi(c)$, la o temperatură dată se numește izotermă de adsorbție. Una dintre ecuațiile empirice pentru caracterizarea adsorbției este ecuația cu 2 parametri (k și n) propusă de Freundlich,

$$\chi = k \cdot c^{1/n} \quad (2)$$

unde k și n sunt constante ce depind de natura componentelor sistemului și de temperatură, dar nu depind de concentrația c sau de puterea de adsorbție. Dependența de temperatură este ilustrată în Fig. 1.

Pentru a obține parametrii k și n ai ecuației Freundlich pentru izoterma de adsorbție, logaritmând, se obține o dreaptă din panta căreia se obține $1/n$ și care are ca ordonată la origine $\ln k$:

$$\ln \chi = \ln k + \frac{1}{n} \ln c \quad (3)$$

Izoterma de adsorbție se poate astfel reprezenta în coordonate χ - c sau $\ln \chi$ - $\ln c$, ca în fig. 1, respectiv fig. 2.

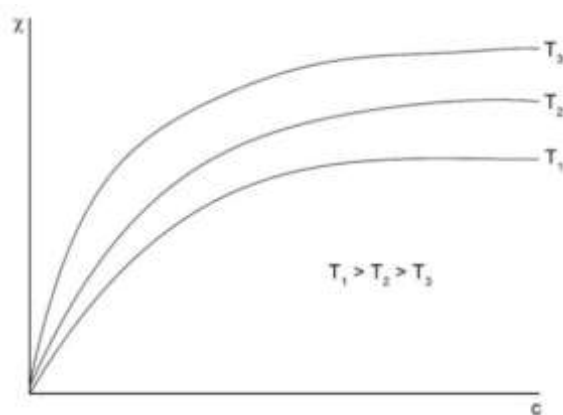


Fig. 1. Izoterme de adsorbție la diferite temperaturi

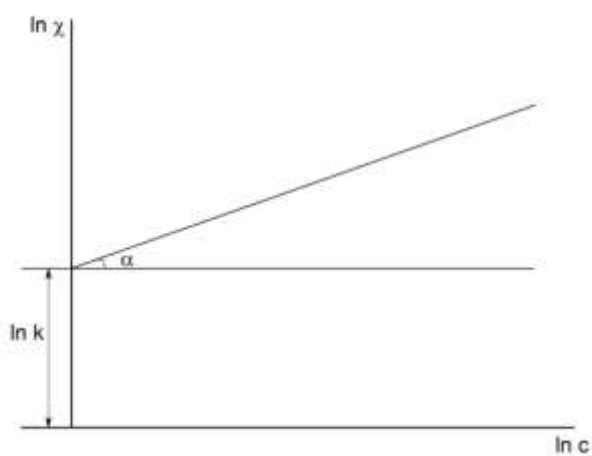


Fig. 2. Izoterma de adsorbție în coordonate $\ln \chi - \ln c$

Obținerea unei dependente liniare $\ln \chi - \ln c$ ca în fig. 2 permite confirmarea modelului Freundlich și determinarea constantelor de adsorbție k și n din date experimentale.

3. PARTE EXPERIMENTALĂ

3.1. APARATURĂ ȘI SUBSTANȚE

- cilindru de 500 mL, cilindru de 50 mL, 10 pahare Erlenmayer, 5 pâlnii, hârtie de filtru, biuretă cu NaOH, soluții apoase de acid acetic, cărbune activ, fenolftaleină.

3. MOD DE LUCRU

Cu ajutorul unui cilindru de 500 mL se prepară câte 400 mL soluții apoase de acid acetic de concentrații inițiale c' aproximativ egale cu: 1/80, 1/40, 1/20, 1/10 pornind de la o soluție de concentrație 1/5 mol·L⁻¹. Soluțiile se toarnă în 5 sticle cu dop. Se determină concentrațiile inițiale exacte ale soluțiilor preparate titrând un volum $v'_a = 10$ mL din fiecare soluție cu soluție de NaOH

de concentrație $c_b = 0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, în prezență de fenolftaleină. Valorile c' se obțin din egalitatea dintre numărul de moli de acid și numărul de moli de hidroxid

$$v'_a \cdot c' = v'_b \cdot c_b, \quad (4)$$

unde v'_b este volumul soluției de bază (NaOH) folosit la titrare. Se obține, deci

$$c' = v'_b / 100, \quad \text{cu } v'_b \text{ în mL și } c' \text{ în mol}\cdot\text{L}^{-1} \quad (4')$$

În vederea efectuării adsorbției, se introduc în 5 pahare Erlenmayer 0,9-1,1 g cărbune activ și se adaugă câte 40 mL din fiecare soluție de acid acetic cu ajutorul cilindrului de 50 mL. După 10 minute de agitare (timp în care se presupune că s-a atins echilibrul) se filtrează individual conținutul fiecărui pahar într-un alt pahar gol. Se folosește o pâlnie de filtrare în care se pliază o hârtie de filtru. Din fiecare filtrat se scoate cu pipeta un volum $v_a = 10 \text{ mL}$ în vederea determinării concentrației c a acidului în soluție la echilibru. Prin titrare cu un volum v_b de NaOH $0,1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ se obține similar:

$$c = v_b / 100 \quad (5)$$

Adsorbția specifică se determină pentru fiecare soluție dintr-un bilanț al acidului acetic:

$$n_L + n_a = n'_L \quad (6)$$

cu n_a - cantitate de acid adsorbit la echilibru, n_L - cantitate de acid rămasă în soluție la echilibru, n'_L - cantitate inițială de acid.

Notând cu v_L volumul soluției adusă în contact cu cărbunele activ și cu m masa de cărbune activ, cantitățile din bilanțul (6) vor fi:

$$n_L = v_L \cdot c, \quad n'_L = v_L \cdot c' \quad \text{și} \quad n_s = m, \quad \text{așa încât rezultă:}$$

$$\chi = (c' - c) \cdot v_L / m \quad (7)$$

sau înlocuind $m = 1 \text{ g}$ și $v_L = 40 \text{ mL}$, c și c' fiind date în relațiile (4) și (5):

$$\chi = 0,4 \cdot (v'_b - v_b) \quad (8)$$

4. PRELUCRAREA DATELOR EXPERIMENTALE

4.1. Datele experimentale se trec într-un tabel de forma:

Soluția	V' , mL	V , mL	c' $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	c $\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$	χ	$\ln c$	$\ln \chi$	k
N/5								
N/10								

Soluția	V', mL	V, mL	c', mol·L ⁻¹	c mol·L ⁻¹	χ	ln c	lnχ	k
N/20								
N/40								
N/80								

4.2. Dacă se folosesc conform recomandărilor $v_a = v'_a = 10$ mL, $c_b = 0,1$ mol·L⁻¹, $v_L = 40$ mL și $m = 1$ g, valorile c' , c și χ se obțin direct din relațiile (4), (5) și (8).

4.3. Se reprezintă grafic $\chi = f(c)$ și $\ln \chi = f(\ln c)$. Din al doilea grafic se determină constantele de adsorbție n și k , notând valoarea lui k obținută pe această cale grafică cu k_{gr} .

4.4. Pentru determinarea lui k se folosește și o a doua metodă, analitică. Se obține o valoare $\ln k$ pentru fiecare din puncte cu ajutorul relației (3), în care n este valoarea obținută grafic, iar χ și c sunt datele experimentale. Se mediază aritmetic $\ln k$ și se obține valoarea analitică k_{an} a coordonatei k .

4.5. Se compară k_{an} cu k_{gr} .

Date din literatură

$$M_{H_2O} = 18,03 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad ; \quad \rho_{H_2O} = 0,9982 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$M_{CH_3COOH} = 60,05 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad ; \quad \rho_{CH_3COOH} = 1,049 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

5. ÎNTREBĂRI

5.1. Ce este izoterma de adsorbție?

5.2. Cum depinde adsorbția specifică χ de concentrația de adsorbat?

5.3. Cum variază adsorbția specifică cu temperatura?

5.4. Cum s-a calculat concentrația exactă de acid acetic?

5.5. Cum se obțin parametrii adsorbției?