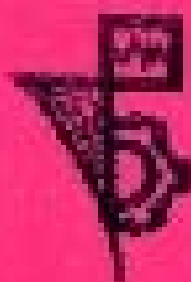
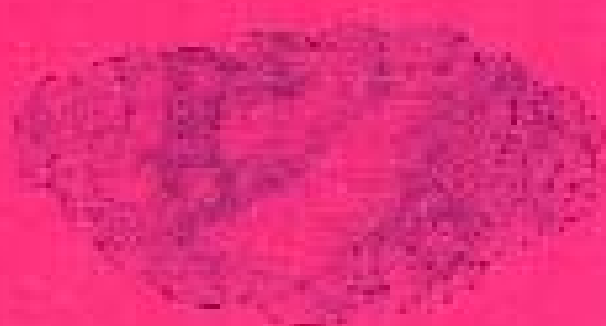


Horea NAȘCU Liana MARTA Elena Maria PICA  
Violeta POPESCU Mihaela UNGUREȘAN Lorentz JĂNTȘCHI

# CHIMIE

INDICATOR DE LUCRĂRI PRACTICE



U. T. PRES

# Proprietățile chimice ale metalelor. Seria activității

## 1. Considerații teoretice

Seria activității metalelor constituie o clasificare a metalelor din punct de vedere electrochimic. La această clasificare s-a ajuns în urma studierii reacțiilor redox de dizlocuire a ionilor din soluții de către metale.

Seria de activitate se poate exprima sub aspect calitativ, când se ordonează metalele după capacitatea de a deplasa ionul unui alt metal din soluție. Ordonarea este:

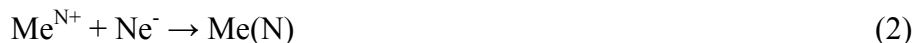
Li, Ca, K, Ba, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Sn, Pb, H, Cu, Ag, Hg, Au

Fiecare dintre ionii metalelor situate în stânga metalului considerat din această serie poate fi dezlocuit în soluție de metalul considerat. Deși nu este metal, hidrogenul apare în această serie drept etalon, pentru abilitatea hidracizilor HX de a dizolva metalele situate în dreapta hidrogenului în serie.

Seria de activitate se poate exprima sub aspect cantitativ, când se exprimă tendința de ionizare a metalelor prin potențialul normal de electrod, care se corelează direct cu viteza de reacție:



și invers cu viteza de reacție:



Valorile potențialelor standard de oxidare (1) sau reducere (2) se pot lua din tabele.

## 2. Montajul experimental

Cu ajutorul unui montaj simplu, prezentat în Fig.1 se poate determina forța electromotoare a unei pile galvanice (Fig. 1):

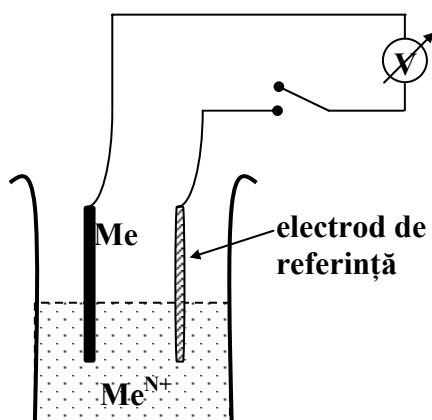


Fig. 1. Pilă galvanică pentru determinarea forței electromotoare

Forța electromotoare ce rezultă din montajul prezentat în Fig.1 ne ajută să stabilim ordinea metalelor notate generic Me în seria activității chimice.

### 3. Aparatură și reactivi

- Voltmetru;
- Fire de contact;
- Electrode de referință;
- Soluții  $\text{Me}^{\text{N}+}$  ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ) de concentrații cunoscute (de preferință egale);
- Plăcuțe metalice Me (Fe, Zn, Pb, Ni, Mg, Al, Cu);
- Pahar Berzelius;

### 4. Mod de lucru

Pentru fiecare sistem  $\text{Me(N)/Me}^{\text{N}+}$  se urmează succesiunea de pași:

1. Se spală electrodul de referință și paharul Berzelius;
2. Se introduce soluția  $\text{Me}^{\text{N}+}$  în pahar;
3. Se realizează montajul din Fig. 1;
4. Se măsoară forța electromotoare cu ajutorul voltmetrului;
5. Se recuperează soluția.

Se ordonează apoi metalele în ordinea activității chimice folosind forța electromotoare a fiecărui sistem  $\text{Me(N)/Me}^{\text{N}+}$ .

Cu ajutorul formulei:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \frac{0.059}{N} \cdot \log[\text{Me}^{\text{N}+}]$$

se calculează potențialele normale  $\varepsilon_0$  și se prezintă rezultatele.

### 5. Întrebări de verificare

- 5.1 De ce ordonarea în seria de activitate a potențialelor măsurate nu este afectată de potențialul electrodului de referință?
- 5.2 Ce semnificație au valorile negative și ce semnificație au valorile pozitive pe indicația voltmetrului, știind că electrodul de referință se bazează pe echilibrul  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$ ?
- 5.3 Ce semnificație are valoarea 0 pe indicația voltmetrului?
- 5.4 Cum influențează concentrația indicația voltmetrului?

### 6. Probleme

6.1 Două experimente de tipul celui prezentat în Fig.1 dau următoarele rezultate:

$$\text{M1/M1}^+: \varepsilon = 1.3\text{V}; [\text{M1}^+] = 0.1\text{M}; \text{M2/M2}^{3+}: \varepsilon = 1.32\text{V}; [\text{M2}^+] = 1\text{M}.$$

Care dintre cele două metale va dizlocui ionul celuilalt din soluție?

6.2 Se cufundă un electrod de Ag într-o soluție de  $\text{AgNO}_3$  de concentrație 0.001M și un alt electrod de Ag într-o soluție de  $\text{AgNO}_3$  de concentrație 0.1M. Cei doi electrozi se leagă la un voltmetru. Care va fi indicația voltmetrului și care este sensul curentului ce se stabilește prin circuit. În ce sens circulă electronii prin firele de legătură?

6.3 Pentru un metal necunoscut se realizează montajul din Fig.1 în două cazuri:

(a) pentru o concentrație a soluției de 0.436M,

(b) pentru o concentrație a soluției de 0.02M.

și se obțin următoarele forțe electromotoare:  $\varepsilon_{(a)} = 1.2\text{V}$  și  $\varepsilon_{(b)} = 1.21\text{V}$ .

Care este sarcina ionului metalic din soluții?

6.4 Pentru un metal necunoscut se cufundă metalul în două soluții ale sale de concentrații 0.436M și 0.02M. Cei doi electrozi metalici se leagă prin intermediul unei rezistențe de  $2\Omega$ . Se măsoară cu un ampermetru un curent de 5 mA.

Care este valența metalului?

# VOLUMUL MOLAR AL OXIGENULUI

## 1. Considerații generale

Molul este cantitatea de substanță care conține atâtea specii (atomi, molecule, ioni, unități de formule, electroni sau alte entități specificate) câți atomi există în 12g din izotopul  $^{12}\text{C}$ . Adică,  $N_A \approx 6.02 \cdot 10^{23}$ , unde  $N_A$  este numărul lui Avogadro iar numărul de moli  $n = N/N_A$  este cantitatea de substanță ce conține  $N$  entități specificate.

Proprietățile substanțelor sunt extensive și intensive; proprietăți extensive – depind de dimensiunea probei; exemple: masa și volumul; proprietăți intensive – independente de dimensiunea probei; exemple: temperatura, densitatea, presiunea;

Proprietățile molare se calculează pe baza proprietăților extensive cu formula:

$$X_m = X/n \quad (1)$$

unde  $X$  proprietate extensivă,  $n$  număr de moli în probă,  $X_m$  proprietatea molară corespunzătoare; proprietățile molare sunt mărimi intensive.

Așadar, volumul molar în condiții normale se calculează cu formula:

$$V_m = V_o/n \quad (2)$$

unde  $V_o$  volumul substanței, în condiții normale și  $n$  numărul de moli.

Cea mai simplă stare a materiei este starea gazoasă. Aceasta se caracterizează prin faptul că umple orice vas pe care-l ocupă. Din punctul de vedere al modelului matematic, avem gaze ideale și gaze reale; din punctul de vedere al compoziției avem gaze pure și amestecuri de gaze.

Spațiul ocupat de o probă de gaz este volumul său  $V$ ; numărul de molecule se exprimă prin cantitatea de substanță (numărul de moli)  $n$ ; caracterizarea unui gaz mai impune specificarea presiunii  $p$  și a temperaturii  $T$ .

Starea fizică a unei probe se caracterizează prin proprietățile sale fizice; două probe ale unei aceleiași substanțe care au aceleași proprietăți fizice sunt în aceeași stare.

**Starea unui gaz pur** este specificată prin valorile a 3 parametri de stare independenți dintre presiune, temperatură, volum, densitate, cantitate de substanță, număr de molecule, ș.a.m.d.

**Starea unui gaz oarecare** este specificată de regulă prin valorile a 3 sau 4 parametri de stare.

O primă consecință este că nu toți parametri de stare sunt independenți, așa cum o dovedește și ecuația de stare a gazului ideal, care descrie un gaz la presiuni scăzute:

$$p = \frac{nRT}{V} \quad (3)$$

Pentru un gaz aflat într-un sistem închis, se aplică conservarea numărului de moli, astfel încât:

$$\frac{pV}{T} = \text{const.} \quad (4)$$

Gazele reale comportă abateri de la modelul gazului ideal se observă îndeosebi la presiuni mari și temperaturi scăzute. Se consideră raportul:

$$Z = \frac{pV}{nRT} \text{ iar pentru } n = 1, Z = \frac{pV_m}{RT}$$

La presiuni mari avem  $Z > 1$ ; la presiuni foarte scăzute  $Z \approx 1$ ; la presiuni intermediare  $Z < 1$ .

## 2. Scopul lucrării

Se studiază comportarea reală a oxigenului, calculând volumul molar al acestuia, presupunând că acesta se comportă ca un gaz ideal. Abaterea de la valoarea teoretică corespunzătoare gazului ideal a valorii deduse experimental se va pune pe seama faptului că oxigenul nu este un gaz ideal, și se va interpreta corespunzător, calculând valoarea  $Z$ , care măsoară abaterea de la modelul ideal.

## 3. Modul de lucru

Se parcurg următorii pași:

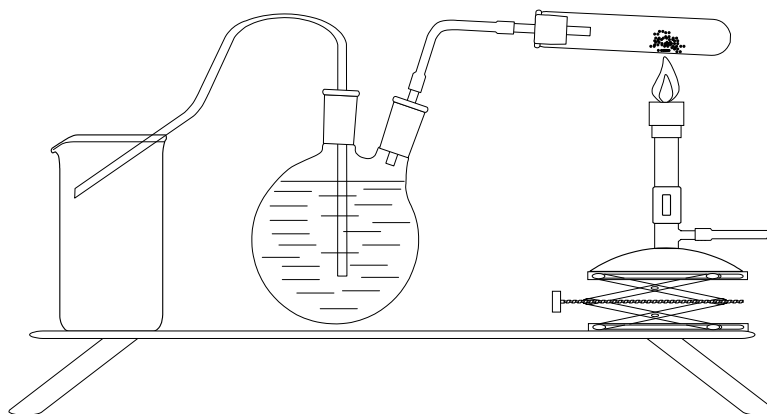
1. Se folosește clorat de potasiu,  $KClO_3$ , și catalizatorul piroluzită,  $MnO_2$ .
2. Se cântărește eprubeta uscată, și notăm masa acesteia  $m_1$ .
3. Se introduce în eprubeta cântărită o cantitate de 1 - 1,2 g  $KClO_3$  și se cântărește din nou; fie masa acesteia  $m_2$ . Se introduce în aceeași eprubetă 1 spatulă  $MnO_2$  (catalizatorul); fie masa totală  $m_3$ .
4. Se introduce în pahar o cantitate de apă; se aduce nivelul lichidului din pahar cu lichidul din balon; se aduc la același nivel cele două lichide prin ridicarea paharului, pentru egalarea presiunii din balon cu presiunea atmosferică; se aruncă apa din pahar;
5. Se încălzește eprubeta conform Fig. 1 și are loc reacția; se stinge gazul; se lasă să se răcească eprubeta până la temperatura camerei;
6. Se aduc la același nivel cele două lichide prin coborârea paharului, pentru egalarea presiunii din balon cu presiunea atmosferică;

7. Se măsoară volumul de apă care este dezlocuit de oxigen în balon cu un cilindru gradat; fie acesta  $V_1$ ;
8. Se recuperează apa din pahar în balon prin ridicarea paharului peste nivelul balonului (principiul vaselor comunicante);
9. Se cântărește eprubeta cu  $\text{KCl}$  și  $\text{MnO}_2$  (catalizatorul); fie masa rezidului  $m_4$ .

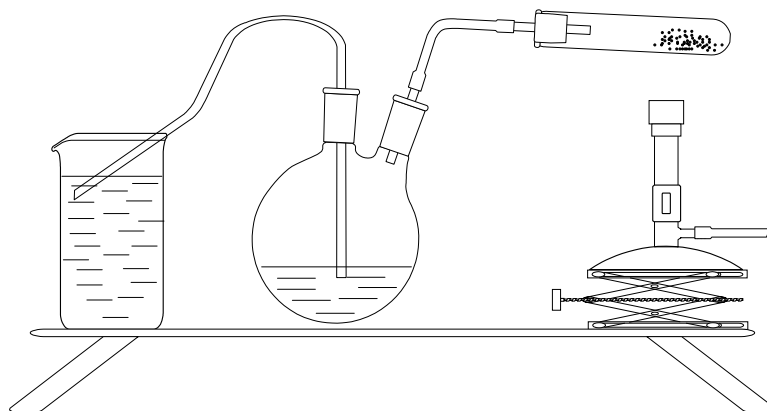
Oxigenul se va obține dintr-o reacție de descompunere termică de tipul:



care se desfășoară în eprubetă, ca în desen:



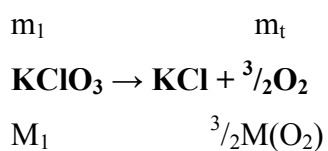
**Fig. 1. Instalația de laborator pentru determinarea volumului molar**



**Fig. 2. Instalația de laborator după desfășurarea reacției chimice**

#### 4. Prelucrarea datelor

Se efectuează calculele după schema generală:



unde  $M_1 = M(K) + M(Cl) + 3M(O)$ ;  $M(O_2) = 2 \cdot 16 = 32$ ,  $m_t$  masa teoretică de oxigen din reacție, de unde:

$$m_t = m_1 \cdot \frac{3 \cdot M(O_2)}{M_1}$$

Se calculează masa reală de oxigen din cântăriri cu formula:

$$m_r = m_3 - m_4$$

Se calculează randamentul cu masa teoretică:

$$\eta = 100 \cdot m_r / m_t$$

Numărul de moli de oxigen rezultați în urma reacției dezlocuiesc volumul de apă  $V_1$  egal cu volumul ocupat de gaz în condițiile de presiune și temperatură din laborator; fie aceste condiții  $[p_1, T_1]$ . Acestea se iau de pe barometrul instalat în laborator și termometru. Volumul molar în condițiile de laborator este deci:

$$V_{1,m} = \frac{V_1}{n} = V_1 \cdot \frac{M(O_2)}{m_r}$$

Condițiile normale de presiune și temperatură sunt  $p_0 = 760$  torr (1 atm.) și  $T_0 = 273$  K. În condiții normale, volumul molar măsurat al oxigenului este:

$$V_{01,m} = V_{1,m} \cdot \frac{p_1}{p_0} \cdot \frac{T_0}{T_1}$$

## 5. Interpretarea datelor

Se compară această valoare  $V_{01,m}$  cu valoarea teoretică a volumului molar a gazului ideal,  $V_{0,m} = 22.4$  l, se calculează eroarea absolută  $\varepsilon$ [l] a determinării experimentale și valoarea relativă  $\varepsilon_r$ [%] conform următoarelor relații:

$$\varepsilon = |V_{0,m} - V_{01,m}|$$

$$\varepsilon_r = \frac{\varepsilon}{V_{01,m}} \cdot 100$$

Se compară abaterea de la gazul ideal  $Z_m$  obținută din datele experimentale cu  $Z_t = 1$  (corespunzător gazului ideal):

$$Z_m = \frac{p_0 V_{01,m}}{RT_0}; Z_t = \frac{p_0 V_{0,m}}{RT_0}; Z_m/Z_t = V_{01,m}/V_{0,m}$$



## 6. Probleme

1. Ce volum de oxigen măsurat la  $200^{\circ}\text{C}$  și 4 atm este necesar pentru a arde la dioxid de carbon 25 kg cocs știind că aceasta conține 96% carbon?

**R:  $V_{\text{O}_2} = 19,393\text{m}^3$ .**

2. Ce puritate are piatra de var știind că prin descompunerea teoretică a 200kg au rezultat 1,5 kmoli dioxid de carbon măsurat în condiții standard.

**R: 75%.**

3. Ce volum de aer este necesar pentru combustia unui amestec gazos format din (v/v) 50% $\text{H}_2$ , 35%  $\text{CH}_4$ , 8%  $\text{CO}$ , 2%  $\text{C}_2\text{H}_4$ , și 5% amestec necombustibil (aerul conține 21%  $\text{O}_2$ , în volume).

**R:  $5\text{m}^3$ .**

4. În urma reacției dintre acidul clorhidric și 1,2 g aliaj format din magneziu și aluminiu s-au degajat 1,42 l  $\text{O}_2$ , măsurați la  $23^{\circ}\text{C}$  și 760mm coloană de mercur. Să se calculeze compoziția procentuală a aliajului.

**R: 51,67% Mg, 48,33% Al.**

5. 5,1g pulbere de magneziu parțial oxidată se supune reacției cu HCl. Știind că s-au degajat 3,74 l  $\text{H}_2$  măsurați în condiții standard, să se calculeze conținutul procentual de magneziu în pulbere.

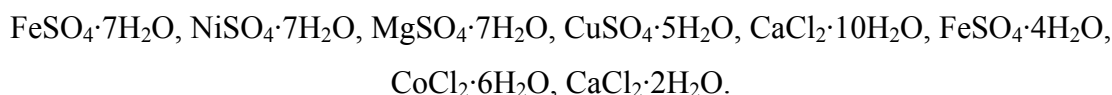
**R: 72%.**

# Determinarea formulei unui cristalohidrat

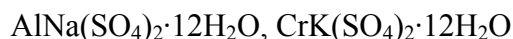
## 1. Considerații teoretice

În natură sărurile anorganice există sub formă anhidră și sub formă de cristalohidrați. Aceștia din urmă sunt combinații complexe coordinative ale sărurilor anhidre cu apa. Cantitatea de sare din probă se poate determina cu exactitate numai în forma anhidră. Din acest motiv, deshidratarea cristalohidraților este necesară.

Cristalohidrații cristalizează cu număr variabil de molecule de apă. Iată câteva exemple:

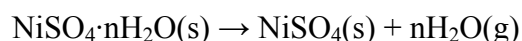


Există și compuși rezultați prin cristalizarea mai multor săruri, cum ar fi:



De asemenea, sunt substanțe cu mare capacitate higroscopică, acestea absorb un număr mare de molecule de apă.

Pentru determinările cantitative, toate acestea necesită deshidratare până la forma anhidră, cum este cazul sulfatilor de nichel:



## 2. Scopul lucrării

Practic, se va deshidrata un cristalohidrat al sulfatului de cupru sau de magneziu. Considerând formula cristalohidratului ca fiind  $\text{MX} \cdot n\text{H}_2\text{O}$ , deshidratarea are loc după reacția:



Obiectivul lucrării este determinarea numărului de molecule de cristalizare,  $n$ , din formula cristalohidratului.

## 3. Aparatură și reactivi

- creuzet de porțelan
- trepied

- triunghi de porțelan
- bec de gaz
- clește de laborator
- exicator
- balanță analitică sau farmaceutică
- spatule
- cristalohidrații de cupru sau magneziu

#### 4. Mod de lucru

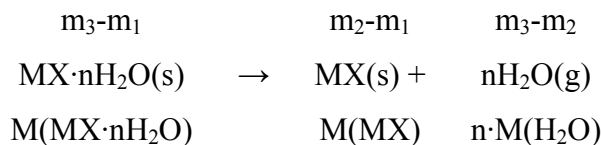
1. Se calcinează creuzetul gol, pentru îndepărtarea umidității;
2. Se cântărește creuzetul gol; fie  $m_1$  masa acestuia;
3. Se introduce în creuzet proba de cristalohidrat (aprox. 3-5g);
4. Se cântărește creuzetul cu cristalohidrat; fie  $m_2$  masa acestuia;
5. Se calcinează creuzetul cu cristalohidrat, până când nu se mai observă evaporarea apei.
6. Se lasă la răcit în exicator;
7. Se cântărește creuzetul împreună cu sarea anhidră obținută; fie  $m_3$  masa acestuia;
8. Se prelucrează datele.

#### 5. Model de calcul și prelucrarea datelor

Fie reacția:



Masa de cristalohidrat se obține din diferența  $m_2 - m_1$ ; masa de sare anhidră se obține din diferența  $m_3 - m_1$ ; masa de apă este  $m_3 - m_2$ .



$$\text{M}(\text{MX} \cdot n\text{H}_2\text{O}) = \text{M}(\text{M}) + \text{M}(\text{X}) + 18n; \text{M}(\text{MX}) = \text{M}(\text{M}) + \text{M}(\text{X}); \text{M}(\text{H}_2\text{O}) = 18;$$

Pe baza ecuației reacției chimice rezultă:

$$\frac{m_3 - m_1}{\text{M}(\text{M}) + \text{M}(\text{X}) + 18n} = \frac{m_2 - m_1}{\text{M}(\text{M}) + \text{M}(\text{X})} = \frac{m_3 - m_2}{18n}$$

Oricare doi membri ai expresiei se consideră, rezultatul se obține la fel. Fie:

$$\frac{m_2 - m_1}{M(M) + M(X)} = \frac{m_3 - m_2}{18n}$$

de unde rezultă n:

$$n = \frac{m_3 - m_2}{m_2 - m_1} \frac{18}{M(M) + M(X)}$$

Se rotunjește n la cel mai apropiat întreg. Se scrie formula cristalohidratului.

## 6. Probleme

1. S-au dizolvat în apă 50g  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ . Știind că s-au folosit 250g  $\text{H}_2\text{O}$  să se calculeze concentrația procentuală a soluției raportată la cristalohidrat, respectiv la sarea anhidră.

R. 16.7% cristalohidrat, 9.1% s.anhidră.

2. Să se calculeze formula cristalohidratului clorurii de bariu, știind că prin calcinarea a 36.6g sare se pierd 5.4g.

R.  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

3. Ce cantitate de azotat de cupru (II) trihidrat se obține prin dizolvarea a 10g Cu în acid azotic, urmată de evaporarea soluției?

R. 38g  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

4. Să se calculeze masa de apă și de  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  necesare preparării unui litru de soluție care conține 8% sare anhidră, știind că densitatea soluției rezultate este 1.08g/ml.

R. 135.6 g  $\text{CuSO}_4$ ; 948,4 ml  $\text{H}_2\text{O}$ .

5. Câți moli de  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  trebuie adăugați la 100 moli de apă pentru a obține o soluție de 10% în  $\text{MgSO}_4$ .

R. 1.88 moli.