



Clasa a X-a

Problema I. „Cerneala simpatică” (27p)

Ați auzit probabil despre cerneala cu care se pot scrie mesaje secrete. Spre exemplu, în Primul Război Mondial, spionii își notau mesaje pe unghiile degetelor de la picioare și foloseau suc de lămâie pe post de cerneală invizibilă; scrisul devenea vizibil doar la încălzire.

Una din substanțele care pot fi folosite în acest scop este clorura de cobalt (II). Aceasta are culorii diferite în formă hidratată (roșu, violet) sau anhidră (albastră). Forma de culoare roșie este cristalohidratul hexahidratat.

1. Determinați pierderea de masă (în %) ce are loc la calcinarea clorurii de cobalt (II) hexahidratat până la masă constantă. (2p)

Rezolvare:

Răspuns: $\Delta m = \dots\dots\dots$

Pentru prepararea $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ se dizolvă stoechiometric o probă de carbonat de cobalt (II), cu masa de 56,287 g, în soluție de acid clorhidric cu concentrația 6,15 M ($\rho_{\text{sol.}} = 1,1 \text{ g/ml}$). La 20°C, solubilitatea clorurii de cobalt (II) este de 52,9 g la 100 ml apă, iar la 7°C este de 45,0 g.

2. Argumentați prin calcule dacă în soluția obținută, la 20°C, se observă formarea de cristale roșu-violet. (8p)

Rezolvare:

Răspuns:.....

Soluția se evaporă până la masa de 150 g și apoi se răcește până la 7°C.

3. Calculați ce masă de cristale de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ se va forma. (4p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = \dots\dots\dots$

În 1913, chimistul elvețian Alfred Werner primește Premiul Nobel pentru teoria combinațiilor complexe, **formulată pe baza studierii sărurilor de cobalt.**

4. Scrieți formula clorurii de cobalt (II) hexahidratate conform acestei teorii. (1p)

Încercuiți litera/literele corespunzătoare răspunsului corect. (2p)

5. Denumirea corectă a acestui compus complex este: (*încercuiți litera/literele corespunzătoare răspunsului corect*).

- a. diclorohexaaqua cobalt (II)
- b. clorură de hexaaquacobalt (II)
- c. hexaclorodiaquacobalt (II).

6. Atomul metalic central din acest complex se află în stare de hibridizare:

- a. sp
- b. sp^3
- c. sp^3d
- d. sp^3d^2
- e. sp^3d^3

7. Propuneți o formulă de structură posibilă pentru ionul complex. (2p)



Substanța de culoare violet se obține în procesul de calcinare incompletă a hexahidratului, pierderea de masă la calcinare fiind de 30,252%.

8. Determinați formula moleculară a acestui cristalohidrat.

(3p)

Rezolvare:

Răspuns: formula cristalohidratului este.....

Din clorura de cobalt (II), în urma reacției cu nitritul de sodiu și acid acetic se prepară hexanitrocobaltiatul trisodic, reactivul folosit pentru identificarea ionului de potasiu. Reacția este una din cele mai sensibile, rezultând un precipitat galben cristalin.

9. Formula combinației complexe utilizată pentru identificarea ionului K^+ este: (încercuiți litera corespunzătoare răspunsului corect).

(1p)

a. $Na_3[Co(NO_3)_6]$ b. $Na_3[Co(CN)_6]$ c. $Na_3[Co(NO_2)_6]$

10. Scrieți ecuația reacției prin care se obține această combinație complexă, știind că în urma reacției se degajă un gaz cu densitatea relativă față de hidrogen egală cu 15.

(4p)

Problema II. Dezinfectarea apei (35p)

Apa din piscine și bazine de înot este în mod continuu predispusă contaminării cu microorganismele existente în atmosferă sau introduse în bazin de utilizatori.

Clorul gazos este un dezinfectant ideal, dar este foarte coroziv și foarte reactiv, toxic de aceea necesită măsuri de siguranță suplimentară, stocarea sau transportul acestuia făcându-se în condiții speciale.

Reacția clorului cu apa la temperatura de 500 K este un proces omogen, reversibil, ca rezultat stabilindu-se un echilibru între reactanți și produșii de reacție.

1. Scrieți ecuația reacției chimice.

(2p)

Într-un recipient închis, nedeformabil cu volumul de 25 L, după 15 minute de vidare, se introduc 0,1 mol de Cl_2 și 0,1 mol de apă.

2. Care este valoarea presiunii inițiale în recipient, la temperatura de 500K?

(3p)

Rezolvare:

Răspuns: $p = \dots\dots\dots$

Conform legii lui Dalton, presiunea amestecului de gaze este egală cu suma presiunilor parțiale ale gazelor pure care îl compun. ($p_i = x_i P$, unde x_i este fracția molară a componentului „i” din amestecul gazos.)

3. Ce valori au presiunile parțiale ale fiecărui gaz component?

(3p)

Rezolvare:

Răspuns: $p(Cl_2) = \dots\dots\dots$, $p(H_2O) = \dots\dots\dots$

La momentul stabilirii echilibrului dintre reacția directă și cea inversă, presiunea totală a sistemului ajunge la 0,41 bar. (1 bar=100 kPa)

4. Calculați presiunile parțiale pentru fiecare component al sistemului aflat în stare de echilibru.

(6p)

Rezolvare:

Răspuns: $p(\text{Cl}_2) = \dots\dots\dots$, $p(\text{H}_2\text{O}) = \dots\dots\dots$, $p(\text{HCl}) = \dots\dots\dots$, $p(\text{O}_2) = \dots\dots\dots$

5. Determinați valoarea constantei de echilibru, în condițiile specificate. (3p)

Rezolvare:

Răspuns: $K_p = \dots\dots\dots$

O reacție este considerată „totală” atunci când valoarea constantei de echilibru este $\geq 10^4$.

6. Apreciați dacă reacția clorului cu apa în condițiile menționate poate fi caracterizată ca fiind totală. (1p)

Din aprilie 2012 sistemul de alimentare cu apă al orașului Chișinău utilizează pentru dezinfectarea apei hipocloritul de sodiu, costul implementării noii tehnologii fiind de peste 9 milioane lei.

7. Explicați procesul prin care este dezinfectată apa utilizând această substanță. Scrieți ecuația reacției. (2p)

8. Scrieți ecuația reacției de producere a acestui dezinfectant utilizând ca materie primă soda caustică. (2p)

Un alt produs de dezinfectare a apei este substanța **A**. Aceasta este mai puțin agresivă decât clorul și mai stabilă la lumină față de hipocloriți. Substanța **A** se obține prin reacția clorului cu hidrură volatilă **B**, la temperatura de 20°C. Amestecul stoechiometric conține clor și gaz **B** în raport molar de 1:2, are densitatea la temperatura de 20°C egală cu 1,4556 g/L.

9. Determinați formula compusului **B**. (5p)

Rezolvare:

Răspuns: substanța **B** este:

În urma reacției se obțin două substanțe cu aceeași compoziție calitativă, compusul **A** este un gaz ce conține hidrogen în cantitate mai mică decât celălalt produs al reacției, care este solid.

10. Scrieți ecuația reacției chimice de producere a substanței **A** și numiți-o. (3p)

Ecuația reacției:

Denumirea substanței **A** este:

11. Scrieți ecuația reacției substanței **A** cu apa și explicați acțiunea dezinfectantă a substanței **A**. (3p)

Ecuația reacției:

Explicație:

12. Propuneți o metodă de sinteză pentru substanța **A** plecând de la hipocloritul de sodiu. (2p)

(problemă alcătuită de Valeriu Cemortan, masterand Paris)

Total 62 p