



LICEUL DE CREATIVITATE ȘI INVENTICĂ “PROMETEU-PRIM”

CONCURSUL DE CHIMIE “IChemist”

16 aprilie 2016

Clasa a X-a

Problema 1 – Apa regală

“Apă regală” (din latină - **aqua regia**) este un amestec de **acid azotic** și de **acid clorhidric**, în raport molar optim de 1:3. Această soluție dizolvă metale nobile ca aurul și platina, însă, o serie de metale ca : titaniul, iridiul, osmiul rezistă în fața proprietăților corozive ale acesteia. Pentru producerea ”apei regale” se amestecă soluție de HNO_3 63% ($\rho = 1,39 \text{ g/ml}$) cu soluție de HCl 36,5% (1,2 g/ml).

1. În ce raport de volume trebuie amestecate cele două soluții pentru a obține apa regală ? (3p)

Rezolvare:

Răspuns: $V_{\text{sol}}(\text{HNO}_3) : V_{\text{sol}}(\text{HCl}) = \dots\dots\dots$

Imediat după amestecare soluția începe să fumege, degajând un amestec echimolar de clor și un gaz A de 1,084 ori mai ușor decât clorul.

2. Identificați formula moleculară a gazului A. (3p)

Rezolvare:

Răspuns: gazul A este $\dots\dots\dots$

3. Pentru gazul A încercuiți afirmațiile adevărate: (1p)

- a) are o moleculă liniară
b) conține legături covalente σ și π polare
c) atomul de azot este în stare excitată
d) are o moleculă unghiulară
e) este o moleculă polară.

4. Scrieți ecuația reacției dintre componentele apei regale. (2p)

După preparare, apa regală devine galbenă, iar apoi capătă culoare cafenie.

5. Acest fapt se explică prin: (1p)

Încercuiți litera(-ele) corespunzătoare răspunsului(-lor) corect(-e):

- a) descompunerea gazului A și oxidarea acestuia;
b) reducerii acidului clorhidric;
c) oxidării acidului azotic la NO_2 în prezența clorului degajat.

6. Scrieți ecuațiile reacțiilor ce explică acest proces. (2p)

Procedeul de recuperare a aurului din procesoarele calculatoarelor are la bază dizolvarea aurului din componentele electronice cu apă regală și reducerea lui din soluție cu dioxid de sulf.

La dizolvarea aurului în apa regală se degajă dioxid de azot și se obține o combinație complexă cu caracter acid formată din trei elemente. Partea de masă a aurului în acest complex este de 57,82%.

7. Determinați formula moleculară a combinației complexe și numiți-o. (3p)

Rezolvare:

Răspuns: combinația complexă este $\dots\dots\dots$

8. Numărul de coordinație al aurului în acest compus este: $\dots\dots\dots$ (1p)

9. Ionul complex are formă: a) pătratică b) liniară c) tetraedrică d) bipiramidală. (1p)

10. Ecuația procesului de dizolvare a aurului în apa regală este: (2p)

11. Egalați ecuația prin metoda bilanțului electronic. Indicați oxidantul, reducătorul, procesul de oxidare și de reducere. (3p)

12. Scrieți ecuația procesului de reducere a aurului din combinația complexă sub acțiunea dioxidului de sulf. (2p)

Obiectele din aur au marcate pe ele proba sau numărul de carate - proba reprezentând procentul de aur din aliajul pentru bijuterii, iar caratul o modalitate de măsură plecând de la faptul că aurul pur se consideră de

24 K. Pentru celelalte valori exprimate în carate, procentul de aur se determină prin proporționalitate. În 1940, când germanii au ocupat Copenhaga, renumitul fizician Niels Bohr a dizolvat două premii Nobel pentru a-i împiedica pe fasciști să le confişte. Medaliile Nobel sunt confecționate din aur de 23 de carate și aveau câte 200 g.

13. Calculați ce volum de apă regală a fost necesar pentru a dizolva complet cele două medalii. (Se consideră că nu are loc o contracție de volum la prepararea apei regale.) (5p)

Rezolvare:

Răspuns: $V(\text{apă regală}) = \dots\dots\dots$

14. Ce volum de gaze s-a degajat la dizolvare (c.n.)? (3p)

Rezolvare:

Răspuns: $V(\text{gaze}) = \dots\dots\dots$

Problema nr. 2 – Metale

Într-un pahar au fost amestecate soluții de azotați de argint (I), fier (II) și magneziu, obținându-se o soluție cu volumul de 500 ml în care concentrațiile sărurilor sunt de 0,25 mol/L.

1. La introducerea în soluție a 9,26 g zinc, acesta substituie din soluție ionii: (1p)

2. Scrieți ecuațiile reacțiilor ce au loc în formă ionică. Indicați oxidantul și reducătorul. (3p)

3. Ce masa de precipitat metalic se va obține la finalul reacției? (4p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{precipitat}) = \dots\dots\dots$

4. Determinați compoziția procentuală a metalelor din precipitat. (1p)

Rezolvare:

Răspuns: $\omega(\dots) = \dots\dots\dots$, $\omega(\dots) = \dots\dots\dots$

5. Calculați părțile de masă ale sărurilor în soluția finală, știind că densitatea ei este de 1,083 g/ml iar variația densității după reacție este nesemnificativă. (3p)

Rezolvare:

Răspuns: $\omega(\dots) = \dots\dots\dots$, $\omega(\dots) = \dots\dots\dots$, $\omega(\dots) = \dots\dots\dots$

Într-un pahar cu soluție de NaCl se adaugă 2 picături de soluție de $K_3[Fe(CN)_6]$ și 2 picături de fenoftaleină. Introducând în soluție o bară de fier, după câteva secunde în jurul barei metalice se pot distinge 2 culori: zmeuriu și albastru. Nu se observa eliminare de gaz.

6. Selectează (prin încercuirea literei corespunzătoare) propoziția(-ile) adevărat(e): (2p)

- a) fenoftaleina colorează soluția în zmeuriu datorită prezenței ionilor Na^+ și Cl^- .
- b) fenoftaleina colorează soluția în zmeuriu datorită concentrației mari a ionilor OH^- .
- c) fenoftaleina colorează soluția în albastru datorită concentrației mari a ionilor OH^- .
- d) culoarea albastră apare din cauza dizolvării fizice a barei metalice în apă.
- e) culoarea albastră se datorează formării ionilor Fe^{3+} .
- f) culoarea albastră se datorează prezența ionilor complecși de $[Fe(CN)_6]^{3-}$.

Dacă experimentul se repetă utilizând o bară de aluminiu în locul celei de fier, nu se observă apariția vreunei culori în soluție și nici eliminarea vreunui gaz.

7. Selectează (prin încercuirea literei corespunzătoare) propoziția(-ile) adevărat(e): (2p)

- a) Al se pasivează, formând un strat protector care nu îi permite să reacționeze cu apa.
- b) Prezența ionilor Na^+ în soluție împiedică interacțiunea dintre bara de Al și soluție.
- c) Fenoftaleina nu își schimbă culoarea la disocierea $Al(OH)_3$ în apă.

Pilele galvanice (bateriile) sunt dispozitive care transformă energia chimică în energie electrică, având la

baza funcționării lor un proces de oxidoreducere.

La polul negativ al bateriei se produc procesele de oxidare, iar la cel pozitiv – procese de reducere.

Acumulatorul cu plumb (utilizat ca baterie pentru autoturisme) este confecționat din plăci de plumb sub formă de rețea, umplute la polul negativ cu plumb spongios (cu aspect de burete), iar la polul pozitiv cu dioxid de plumb. Electrolitul constă dintr-o soluție de acid sulfuric cu densitatea de 1,26 g/ml (când acumulatorul este încărcat). Reacțiile ce se produc în acest sistem sunt reversibile.

8. Scrieți ecuațiile proceselor ce se produc la cei doi poli în timpul funcționării acumulatorului.

(2p)

9. Scrieți ecuația globală a procesului de funcționare a acumulatorului.

(1p)

Randamentul acumulatorului este un raport între cantitatea de electricitate (măsurată în Ah - amper-oră) restituită de un acumulator încărcat și cantitatea de electricitate primită de un încărcător descărcat:

$$\eta = \frac{\text{Ah la descarcare}}{\text{Ah la încarcare}}$$

Acumulatorul cu plumb furnizează o tensiune de cca 2 V și se utilizează baterii de 3 sau 6 elemente legate în serie pentru a produce 6 V sau 12 V.

10. Ce cantitate de oxid de plumb (IV) se află într-un acumulator cu tensiunea de 12 V și capacitatea de încărcare de 48 Ah, dacă se consumă la descărcare 90% din substanța activă?

(3p)

Rezolvare:

Răspuns: $m(\text{PbO}_2) = \dots\dots\dots$

Subiectul nr. 3

1. Grafitul este una din formele alotropice ale carbonului cu care facem cunoștință încă din copilărie. Grafenul este varianta bidimensională a grafitului, fiind format dintr-un aranjament planar de atomi de carbon dispuși sub formă de hexagoane regulate.

1. Reprezentați grafic legăturile prezente într-o porțiune de rețea care să conțină 20 de atomi de carbon. (3p)

2.

3. La următoarele afirmații încercuiți varianta corectă care reflectă proprietățile structurale ale grafenului:

2. Legăturile chimice dintre atomii de carbon din rețeaua grafenului sunt: (1p)

4. a) metalice b) covalente polare simple σ c) covalente nepolare σ și π delocalizate d) ionice

3. Unghiurile de valență au valori: (1p)

5. a) identice, egale cu $109,28^\circ$ b) diferite de 60° și 90° c) diferite de 60° și 120° d) identice de 120°

6. e) diferite de 30° și 90° f) identice de 180°

7. Grafenul este unul dintre cei mai buni conductori de electricitate și căldură.

4. Acest fapt se explică prin existența: (1p)

8. a) legăturilor covalente nepolare simple b) legăturii covalente delocalizate c) legăturii metalice

9. Raza atomului de carbon are valoarea de 0,142 nm.

$$\frac{l^2}{4\sqrt{3}}$$

5. Calculați densitatea grafenului, știind că aria unui hexagon regulat cu latura l este $\frac{l^2}{4\sqrt{3}}$. (3p)

10. Rezolvare:

11.

12. Răspuns: $\rho(\text{grafen}) = \dots\dots\dots$

6. Ce tip de legături se stabilesc între straturile de grafen din compoziția grafitului? (1p)

13.

14. Nitrura de bor este o altă substanță cu structură bidimensională similară grafenului.

7. Scrieți ecuația reacției prin care se obține acest compus, folosind ca materii prime acidul boric și amoniac. (1p)

15.

8. Reprezentați structura unei rețele de nitrură de bor în care să se găsească 20 de atomi. (1p)

16.

17. Nitrura de bor este o substanță cu reactivitate chimică scăzută. La tratare cu fluorura de iod (I) se obțin doi compuși în care ambele elemente ale nitrurii de bor au aceeași valență.

9. Scrieți ecuația reacției chimice.

(2p)

18.

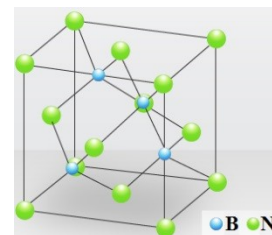
10. Prin încălzirea oxidului de bor cu amoniac la 1200°C se obține o formă alotropică cu proprietăți de izolator electric. Prin încălzirea la 2000°C și la presiunea de 600 kbar a acestei forme alotropice se obține un compus între B și N a cărei celulă elementară este prezentată în figură.

(2p)

19. Încercuiți litera(-ele) corespunzătoare răspunsului(-lor) corect(-e):



20. a. Formula lui moleculară este _____ cu o celulă de tip diamant.
21. b. Atomul de bor este într-o coordinare tetraedrică iar în centrul cubului există un atom de N.
22. c. Atomul de azot este tetracoordinat, iar în centrul cubului se află un atom de N.
23. d. Celula este de tip diamant iar formula moleculară este BN.
24. e. Forma alotropică este de tip grafit și are, de asemenea, proprietăți de conductor electric.



25.

26.

27.

28.

29.