



OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE CONSTANȚA, 21-25 MARTIE 2019 Ediția a LIII-a

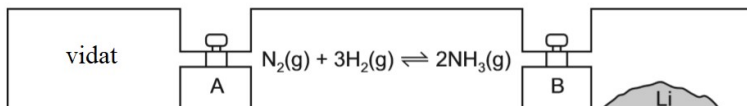
Proba teoretică Clasa a IX-a

Subiectul I

(20 de puncte)

La fiecare din următorii 10 itemi, este corect un singur răspuns. Marchează cu **X** pe foaia de concurs răspunsul corect. **Nu se admit modificări și ștersături pe foaia de concurs.**

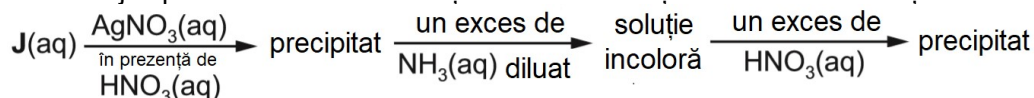
1. Litiul reacționează cu azotul la temperatura camerei formând azotură de litiu, $\text{Li}_3\text{N(s)}$. Trei recipiente de volum egal sunt conectate prin robinetele A și B, conform schemei:



La început robinetele A și B sunt închise, vasul din stânga este vidat, în vasul din mijloc are loc reacția indicată la echilibru, iar vasul din partea dreaptă conține numai litiu. Ce acțiune ar permite amestecului la echilibru să conțină cel mai mult amoniac?

- A. Țineți ambele robinete închise.
- B. Deschideți atât robinetul A cât și pe B.
- C. Deschideți numai robinetul A.
- D. Deschideți numai robinetul B.
- E. Adăugați exces de litiu.

2. Substanța notată cu litera J este o sare a unui halogeni (clor, brom, iod sau astatin). Schema de mai jos prezintă o serie de reacții utilizând o soluție de J ca reactiv inițial.



Identificați substanța J:

- A. bromură de potasiu
- B. bromură de sodiu
- C. iodură de potasiu
- D. astatinură de potasiu
- E. clorură de sodiu

3. Compoziția procentuală aproximativă a atmosferelor a cinci planete diferite ale Sistemului Solar este redată în tabelul de mai jos. Care dintre planete are atmosfera cu cea mai mare densitate relativă față de cea a Terrei ?

	Planete	gaze / % în număr de molecule		
		H ₂	He	CH ₄
A.	Jupiter	89,8	10,2	0,0
B.	Neptun	80,0	19,0	1,0
C.	Saturn	96,3	3,3	0,4
D.	Uranus	82,5	15,2	2,3
E.	Pluto	78,9	20,4	0,7

4. Compusul **T** este un solid cristalin alb. O probă de **T** a fost amestecată cu hidroxid de sodiu apos și încălzită. S-a degajat un gaz cu miros specific, care albăstrește hârtia umedă de turnesol. Același gaz a produs fum alb dens cu acid clorhidric gazos. Testarea ulterioară a unei soluții de **T** cu o soluție de clorură de bariu a condus la formarea unui precipitat alb, care nu s-a dizolvat într-o soluție diluată de acid clorhidric. Identificați compusul **T**:

- A. carbonat de amoniu
- B. sulfat de amoniu
- C. bicarbonat de amoniu
- D. clorură de amoniu
- E. azotat de amoniu

5. O probă de 4 g de pulbere de carbonat de calciu este tratată cu 100 cm³ de soluție decimolară de acid clorhidric, volumul de gaz degajat fiind măsurat conform tabelului:

timp (s)	30	60	90	120	150	180	210	240
Volumul de gaz degajat (cm ³)	40	70	88	101	110	116	120	120

Care dintre variantele de mai jos reflectă corect corespondența între răspunsurile din coloana (1) cu cele din coloana (2) pe baza rezultatelor experimentale?

	De ce volumul de gaz degajat este din ce în ce mai mic în același interval de timp ? (1)	Care este explicația pentru care volumul de gaz degajat rămâne constant după un anumit timp? (2)
A.	se produc mai puține ciocniri între reactanți	carbonatul de calciu este consumat
B.	se produc mai puține ciocniri între reactanți	acidul clorhidric este consumat
C.	apar mai multe ciocniri între reactanți	carbonatul de calciu este consumat
D.	apar mai multe ciocniri între reactanți	acidul clorhidric este consumat
E.	apar mai multe ciocniri între reactanți	carbonatul de calciu este în exces

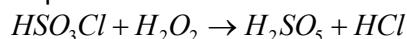
6. Masa molară a acidului acetic (CH₃-COOH) determinată la presiune atmosferică, la 10°C, este mai mare decât masa molară determinată la 125°C. Punctul de fierbere al acidului acetic este +118,1°C, iar punctul de topire este +16,5°C. Precizați afirmația corectă:

- A. La 10°C acidul acetic nu este solid deoarece formează interacții intermoleculare slabe.
- B. La 125°C acidul acetic este lichid deoarece formează interacții intermoleculare slabe.
- C. La 10°C acidul acetic nu se dizolvă în apă deoarece are moleculă nepolară.
- D. La 125°C acidul acetic nu se dizolvă în apă, fiind o substanță gazoasă.
- E. La 10°C acidul acetic formează punți de hidrogen intermoleculare, iar la 125°C punțile de hidrogen nu se mai formează.

7. Masa molară a amoniacului este mult mai mică decât a trifluorurii de azot, dar punctul de fierbere al amoniacului este mult mai mare decât al trifluorurii de azot. Explicația corectă este:

- A. Molecula de amoniac este mai stabilă decât molecula de trifluorură de azot.
- B. Molecula de trifluorură de azot este mai polară decât cea de amoniac și formează (NF₃)_n.
- C. Molecula de amoniac este mai polară decât cea de trifluorură de azot și formează (NH₃)_n.
- D. Molecula de trifluorură de azot este mai solubilă în apă decât cea de amoniac.
- E. Molecula de trifluorură de azot este mai bazică decât molecula de amoniac.

8. Acidul lui Caro se obține în stare pură din acidul clorosulfonic conform reacției:



Cum variază numărul de oxidare al sulfului în această reacție?

- A. Crește de la +6 la +8;
- B. Scade de la +5 la +3;
- C. Crește de la +3 la +5
- D. Rămâne neschimbat;
- E. Scade de la +8 la +6.

9. Ordinea creșterii caracterului bazic pentru următoarele specii chimice:



este:

- A. 4, 1, 2, 3
B. 3, 1, 4, 2
C. 3, 1, 2, 4
D. 2, 3, 1, 4
E. 1, 4, 3, 2

10. Precizați care dintre șirurile următoare de substanțe conțin produși finali ai tratării unui amestec de halogenuri (clorură, bromură, iodură) ale aceluiași metal ce colorează în violet pal flacăra incoloră a unui bec de gaz cu soluție concentrată de acid sulfuric.

- A. HCl , Br_2 , I_2
B. HCl , HBr , HI , I_2
C. HCl , HBr , Br_2 , I_2
D. HCl , HBr , HI
E. Cl_2 , Br_2 , I_2

Subiectul al II-lea

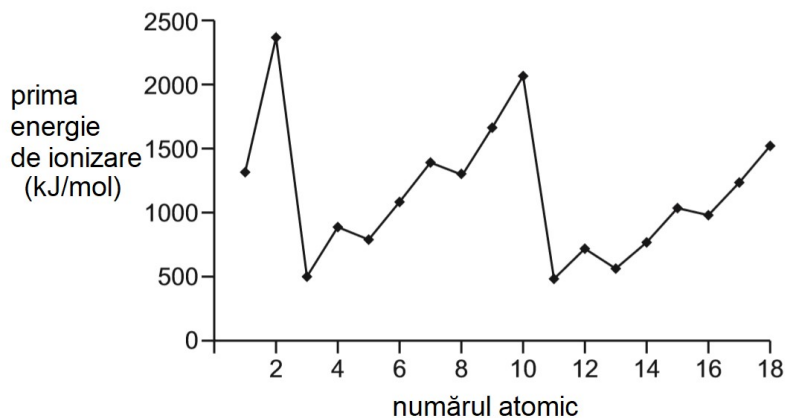
(25 de puncte)

A.

(14 puncte)

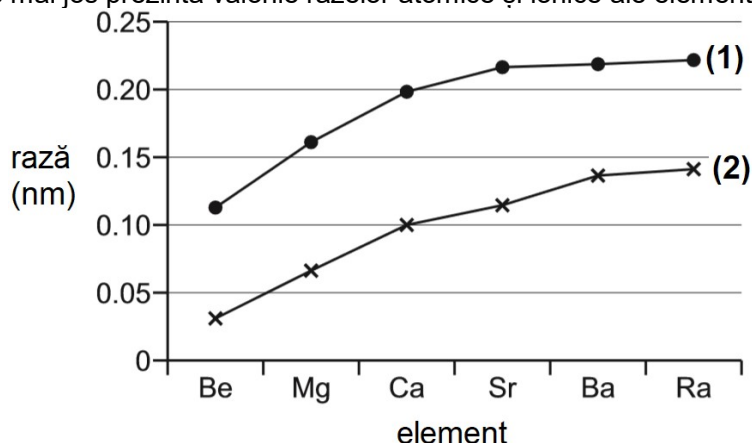
În 1661 Boyle a definit un element ca fiind o substanță care nu poate fi descompusă în substanțe mai simple prin intermediul unei reacții chimice. Definiția simplă a fost utilă aproape 300 ani până în momentul dezvoltării noțiunii de particulă subatomică. În 1817 Johann Wolfgang Döbereiner a început formularea uneia dintre cele mai timpurii încercări de clasificare a elementelor. În 1828, el și-a dat seama că unele elemente formează grupe cu proprietăți asociate, numind aceste grupe "triade". Dmitri I. Mendeleev, un chimist rus, a fost primul savant care a făcut un tabel periodic foarte asemănător cu cel actual. El a aranjat elementele într-un tabel ordonat după masele atomice ale elementelor. Societatea de Chimie Rusă a prezentat noul tabel periodic numindu-l „Dependența Dintre Proprietățile Maselor Atomice ale Elementelor”, pe 6 martie 1869. Tabelul lui Mendeleev a fost publicat în același an în revista germană „Zeitschrift für Chemie”. Pentru a marca importanța acestui instrument de chimie, UNESCO a declarat 2019 Anul Internațional al Tabelului Periodic al Elementelor.

1. Tabelul periodic este aranjat astfel încât proprietățile elementelor variază respectând o anumită tendință. Graficul reprezintă variația energiilor de ionizare în prima treaptă în funcție de numărul atomic.



- a) Justificați tendința variației primelor energii de ionizare pentru elementele cu numere atomice 2, 10 și 18.
- b) Explicați de ce valorile pentru prima energie de ionizare arată o creștere generală de la numărul atomic 11 la 18.
- c) Argumentați variația energiilor secundare de ionizare pentru:
- numerele atomice 12 și 13
 - numerele atomice 15 și 16.

2. Elementele din grupa 2 și compușii lor prezintă periodicitate pentru proprietățile lor fizice și chimice. Figura de mai jos prezintă valorile razelor atomice și ionice ale elementelor din grupa 2.



a) Studiați graficele din figură și argumentați care dintre ele reprezintă valorile pentru razele atomice, respectiv razele ionice.

b) Argumentați de ce ambele linii indică o creștere constantă a valorilor razelor din grupă.

3. (L) este o sare a unui element M al grupei 2. La încălzirea puternică a substanței L se observă degajarea unui gaz brun și un solid alb (A). Solidul alb (A) se dizolvă în apă pentru a forma o soluție incoloră de hidroxid metalic, (S). Prin adăugarea unei soluții diluate de acid sulfuric la soluție incoloră (S) se obține un precipitat alb (B).

a) Identificați sarea (L).

b) Scrieți ecuația ionico-moleculară pentru formarea precipitatului alb (B).

c) Scrieți ecuația reacției de descompunere termică a sării (L).

4. Carbonatul de calciu și hidroxidul de calciu pot fi utilizate în agricultură pentru a neutraliza solurile acide. Justificați de ce carbonatul de calciu este o alegere mai bună decât hidroxidul de calciu în acest scop, în zonele cu precipitații mari.

5. Magneziul reacționează atât cu apă caldă, cât și cu apă în stare de vapori fierbinți. Scrieți ecuațiile reacțiilor pentru cele două procese.

B.

(11 puncte)

Dmitri I. Mendeleev este cel care ar fi stabilit standardul pentru vodca rusească „ideală“, exprimată în grade alcoolice, standard aprobat de comisia guvernamentală în 1894 prin studierea amestecului de etanol și apă cu diverse concentrații, folosind metode simple de analiză.

Într-o probă de 7,5 mL de vodca rusească există o concentrație de a % grade alcoolice (1 grad alcoolic reprezintă 1 mL de etanol pur în 100 mL băutură alcoolică). Densitatea etanolului pur este 0,78 g/mL. Pentru a determina concentrația de etanol din probă, Mendeleev a oxidat-o cu soluție de bicromat de potasiu acidulată cu acid sulfuric conform ecuației reacției:



Excesul de bicromat de potasiu care reprezintă 10% din cantitatea reacționată cu etanol, se tratează cu iodură de potasiu în mediu de acid sulfuric. Iodul rezultat din reacție se determină prin titrare, în prezență de amidon, cu tiosulfat de sodiu formând iodură de sodiu și tetratrat de sodiu. Știind că se folosesc 40,68 mL soluție de tiosulfat de concentrație 0,5M :

a) Scrieți ecuațiile reacțiilor;

b) Determinați valoarea lui a % din experimentul lui Mendeleev.

Subiectul al III-lea

(25 de puncte)

A.

(5 puncte)

Sistemul tampon poate fi un amestec de acid slab și baza sa conjugată care păstrează pH-ul constant la adăugarea unor cantități mici de acid sau de bază. Sistemul tampon fosfat conține ionul fosfat diacid și are rolul de a menține pH-ul de funcționare al proceselor biologice.

a) Scrieți două ecuații pentru a arăta că o soluție care conține un amestec de ion fosfat diacid și ion fosfat monoacid acționează ca un tampon.

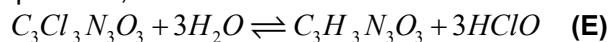
b) Scrieți expresia K_a a fosfatului diacid. Valoarea constantei este $6,31 \times 10^{-8}$;

c) pH-ul în multe celule vii are o valoare cuprinsă între 6,8 și 7,40. Calculați valoarea raportului concentrațiilor ionului fosfat monoacid și a ionului fosfat diacid necesară pentru a menține un pH de 7.

d) Scrieți ecuațiile reacțiilor care dovedesc comportamentul fosfatului diacid care poate acționa ca bază, respectiv a fosfatului monoacid care poate acționa ca acid.

B. (4 puncte)

Acid triclorocianuric, $C_3Cl_3N_3O_3$, acționează ca dezinfectant pentru piscine. Reacționează cu apa pentru a forma acid hipocloros, HClO.



a) Scrieți expresia K_c pentru echilibrul (E).

b) În piscinele în aer liber HClO este descompus de lumina soarelui. Descrieți și explicați efectul descompunerii HClO asupra echilibrului (E), având în vedere efectul asupra concentrațiilor din expresia K_c .

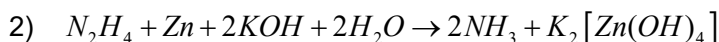
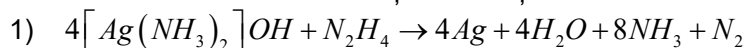
c) Descompunerea acidului hipocloros este o reacție din care rezultă un gaz care reaprinde o așchie de lemn incandescentă. Scrieți ecuația acestei reacții chimice.

C. (10 puncte)

Prin încălzirea pentaclorurii de fosfor cu clorură de amoniu la $120^\circ C - 150^\circ C$ se obține acid clorhidric și un amestec de compuși (A). Compușii amestecului (A) conțin în moleculă fosfor, azot și clor și au aceeași formulă brută. În acești compuși raportul masic P : N este 7,75 : 3,5. Prin distilarea fracționată a amestecului (A) s-au separat patru compuși cu masele moleculare 348, 464, 580 și 696. Determinați formulele moleculare ale compușilor amestecului (A).

D. (6 puncte)

Se consideră următoarele ecuații ale reacțiilor chimice la care participă hidrazina :



a) Precizați rolul hidrazinei (acceptor/donor de electroni) pentru ecuațiile 1) și 2);

b) Ce tip de legături chimice există între atomii din molecula hidrazinei și ce tip de moleculă este din punct de vedere al polarității? Precizați un solvent în care se poate dizolva hidrazina.

c) Argumentați dacă hidrazina poate juca rol de ligand într-o combinație complexă.

d) Ce cantitate de acceptor de electroni este necesară pentru a obține 672 L de azot măsurați la: $-3^\circ C$ și $1,5195 \cdot 10^5 Pa$?

Subiectul al IV-lea

(30 de puncte)

Vitamina B12, denumită și vitamina roșie, este recunoscută pentru rolul esențial pe care îl are în sinteza hemoglobinei, precum și pentru buna funcționare a sistemului nervos. Este cea mai complexă și voluminoasă vitamină din organism ($M_{\text{vitamină}} < 2000$), participă activ la metabolismul proteinelor, lipidelor și al glucidelor, contribuie la funcționarea normală a celulelor, în special a celor din măduva osoasă.

În timp, deficitul de vitamina B12 poate provoca anemie, leziuni ale nervilor și poate chiar afecta memoria și raționamentul. Pentru a evita aceste pericole se recomandă o alimentație bazată pe consumul de carne, pește, ouă și produse lactate.

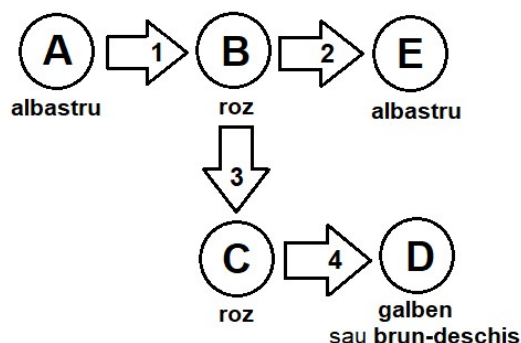
Vitamina B12 se prezintă sub formă de cristale de culoare roșu închis, este o substanță inodoră, insipidă, hidrosolubilă, higroscopică, fotosensibilă (expunerea prelungită la lumina solară determină ruperea legăturilor organo-metalice și conduce la degradare). Este de fapt o combinație complexă a cobaltului, ligandul fiind o moleculă organică destul de complicată. Din acest motiv ea se mai numește cobalamină.

a) Determinați masa depozitelor de cobalamină (în mg), stocată în ficat și în alte țesuturi, pe o perioadă de 6 ani, la un adult, în cazul în care absorbția acesteia în organism ar înceta brusc, știind că necesarul zilnic de vitamină B12 pentru un adult este de 2,4 μg .

b) Determinați formula moleculară a vitaminei B12, știind că prezintă în compoziție 55,8350% C, 6,5000% H, 14,4760 % N, 4,3580% Co, 2,2900% P.

c) Scrieți configurațiile electronice ale atomului și ale ionilor divalenți și trivalenți ai cobaltului.

d) Compușii cobaltului au culori diverse în funcție de structura ionului hidratat, de natura particulelor aflate în vecinătate, de sarcina ionului complex etc. În schema următoare sunt notate substanțele cu litere de la A la E și procesele care au loc cu cifre de la 1 la 4.



Procesul 1 – solubilizarea în apă a substanței anhidre ce conține ion de Co^{2+} ;

Procesul 2 – tratarea cu soluție de clorură de sodiu;

Procesul 3 – tratarea cu soluție de amoniac în exces;

Procesul 4 – tratarea cu apă oxigenată în mediu acid;

Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare proceselor.

e) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice dintre cobalt și soluții diluate de HCl , HNO_3 și respectiv H_2SO_4 . Precizați care dintre reacții este mai rapidă.

f) Menționați factorul determinant al reacției dintre hidroxidul de cobalt (III) și acidul clorhidric. Scrieți ecuația reacției chimice. Precizați modificările de culoare care însoțesc desfășurarea reacției.

Mase atomice: Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.

Constante: $R=8,31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$, $V_m = 22,4 \text{ dm}^3\cdot\text{mol}^{-1}$

Notă: Timp de lucru 3 ore.

Comisia Centrală a Olimpiadei

Naționale de Chimie

Vă urează

Succes!

Subiecte elaborate de:

1. Prof.dr. Ion Ion – Universitatea „Politehnica” din București
2. Prof. Dejanu Mariana – Școala Gimnazială „Mihai Eminescu” Pitești
3. Prof. Popescu Irina – Colegiul Național „Ion Luca Caragiale” Ploiești
4. Prof. Predoiu Nicoleta – Colegiul Național „Gheorghe Șincai” Baia Mare
5. Prof. Rosenschein Mariana – Colegiul Național „Gheorghe Vranceanu”, Bacău