



# OLIMPIADA NAȚIONALĂ DE CHIMIE

## BUZĂU, 28 aprilie-02 mai 2024

### Ediția a LVII-a

#### Proba teoretică și practică

#### Clasa a VII -a

Pentru rezolvarea cerințelor vei utiliza Tabelul periodic care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte. Vei folosi mase atomice rotunjite.

#### 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. Un material textil utilizat pentru ștergerea meselor de laborator prezintă pete de ulei, sulf și mină de creion. După spălări succesive cu sulfură de carbon, benzină și apă:

- A) petele au dispărut;
- B) se mențin petele de creion și de ulei;
- C) se mențin petele de ulei;
- D) petele au rămas;
- E) se mențin petele de creion.

2. În paharele Berzelius, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>4</sub>, care conțin soluție de potasă caustică, soluție de spirt de sare, apă distilată, respectiv, apă carbogazoasă se adaugă câteva picături de soluție de turnesol. Soluțiile din paharele Berzelius, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub> și respectiv P<sub>4</sub> devin:

- A) roșu-carmin, albastră, incoloră, albastră;
- B) albastră, roșie, slab violet, roșie;
- C) violet, roșie, incoloră, roșie;
- D) albastră, violet, incoloră, roșie.
- E) roșie, incoloră, incoloră, incoloră.

3. 200 g soluție de acid sulfuric are un conținut de sulf de 25,6%, exprimat în procente de masă. Raportul molar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>:H<sub>2</sub>O din această soluție este:

- A) 0,66;
- B) 1,50;
- C) 0,33;
- D) 1,00;
- E) 0,50.

4. O soluție de hidroxid de sodiu este preparată astfel încât masa de oxigen din apă să fie de 4 ori mai mare decât masa oxigenului din hidroxidul de sodiu dizolvat. Concentrația procentuală masică a soluției este:

- A) 35,71%;
- B) 17,85%;
- C) 89,88%;
- D) 28,24%;
- E) 26,32%.

5. În ce raport volumetric trebuie să se amestece o soluție 15% de acid azotic ( $\rho = 1,09 \text{ g/cm}^3$ ) cu o soluție 50% de acid azotic ( $\rho = 1,31 \text{ g/cm}^3$ ) pentru a obține o soluție de acid azotic de concentrație 25%?

- A) 5 : 2;
- B) 10 : 5;
- C) 2 : 5;
- D) 3 : 1;
- E) 1 : 3.

6. Pentru elementele R, T, X, Z se cunosc următoarele informații:

- R se găsește în aceeași stare de agregare ca și bromul;
- molecula elementului T, situat în grupa 16 în Tabelul periodic, conține 128 de protoni;
- descoperirea și folosirea aliajelor elementului X au marcat încheierea Epocii de piatră;
- ca substanță simplă, elementul Z formează și molecule triatomice.

Elementele R, T, X, Z sunt:

- A) zinc, oxigen, fier, azot;
- B) mercur, sulf, cupru, oxigen;
- C) magneziu, sulf, fier, fosfor;
- D) azot, seleniu, cupru, iod;
- E) mercur, sulf, fier, azot.

7. Este incorectă afirmația:

- A) un amestec echimasic de azot și monoxid de carbon este echimolecular;
- B) substanțele din următorul șir de formule chimice provoacă ploile acide:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ;
- C) mercurul, carbonul și sulful se găsesc în aceeași stare de agregare;
- D) o jumătate de mol de apă conține  $54,198 \cdot 10^{23}$  nucleoni;
- E) beriliul și bariul sunt metale alcalino-pământoase.

8. Sunt adevărate afirmațiile, cu excepția:

- A) carbonații metalelor alcaline se topesc fără a se descompune;
- B) carbonații metalelor alcalino-pământoase se descompun termic înainte atingerii temperaturii de topire;
- C) sulfații metalelor alcalino-pământoase sunt greu solubili în apă;
- D) azotatul de plumb este o sare de culoare albă, greu solubilă în apă;
- E) azotatul de amoniu este utilizat ca îngrășământ agricol.

9. Elementele cu numerele atomice date care pot forma compusul cu formula chimică  $\text{XY}_3$  sunt:

- A) 2 și 6;
- B) 5 și 15;
- C) 3 și 18;
- D) 13 și 17;
- E) 4 și 9.

10. În miniul de plumb,  $\text{Pb}_3\text{O}_4$ , procentul masic de  $\text{Pb}^{2+}$  este:

- A) 30,21%;
- B) 90,66%;
- C) 9,34%;
- D) 60,42%;
- E) 29,19%.

A. Se dă schema de reacție:

- 1)  $a + b \rightarrow c\downarrow + d$
- 2)  $c + e \rightarrow f + g\downarrow$
- 3)  $g + h \rightarrow e + i\uparrow + d$
- 4)  $i + j \rightarrow k\uparrow$
- 5)  $k + d \rightarrow h + i\uparrow$
- 6)  $e \rightarrow g\downarrow + k\uparrow + j\uparrow$
- 7)  $a + h \rightarrow f + d$
- 8)  $f + l \rightarrow m\downarrow + n$
- 9)  $e + l \rightarrow o\downarrow + n + d$
- 10)  $m + p \rightarrow r$

Se dau următoarele informații:

- „a” este un compus binar al unui metal divalent cu oxigenul, cu raportul masic dintre metal și oxigen de 4 : 1;
- „b” este o substanță simplă gazoasă, care arde, dar nu întreține arderea și este considerată combustibilul viitorului;
- „c” este o substanță compusă cunoscută și sub denumirea de „piatra iadului”;
- 0,5 mol de substanță simplă „g” conține  $141,517 \cdot 10^{23}$  electroni;
- „h” este un oxiacid al azotului în care acesta are valența superioară;
- „l” este o substanță compusă cunoscută și sub denumirea de „soda caustică”;
- „p” este un compus binar al azotului cu hidrogenul;
- substanța „r” are compoziția procentuală de masa: 38,55% Cu, 33,73% N, 8,43% H.

Se cere:

- a. determină, prin calcul, formulele chimice ale substanțelor notate cu literele a, g și r;
- b. identifică substanțele chimice notate cu literele b, c, d, e, f, h, i, j, k, l, m, n, o și p, în schemă;
- c. scrie ecuațiile reacțiilor chimice din schemă.

**20 puncte**

B. O probă cu masa de 52,5 g dintr-un amestec de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (calaican) și  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (piatră-vânăță) conține 8%  $\text{Fe}^{2+}$  și 0,761% impurități ce nu conțin ioni metalici și nu sunt solubile în apă. Amestecul este dizolvat în apă, obținându-se o soluție ce conține 2% ioni  $\text{Cu}^{2+}$ , în procente de masă. Calculează:

- a) masa de calaican și masa de piatră-vânăță din amestec;
- b) raportul molar al celor 2 săruri în amestec;
- c) masa de apă adăugată la dizolvarea amestecului.

**5 puncte**

**A.** Stalactitele și stalagmitele sunt formațiuni extrem de spectaculoase întâlnite în unele peșteri, sub forma unor coloane care atârnă din tavan, respectiv, se ridică din podea. Acestea se formează prin depunerea unor substanțe insolubile rezultate în urma proceselor chimice, care au loc între săruri dizolvate în apa care se prelinge prin fisurile din tavanul peșterii.

În urma analizei unei probe prelevate dintr-o astfel de formațiune, având volumul de  $1,5 \text{ cm}^3$  s-au obținut următoarele informații:

- Densitatea probei  $\rho = 2,90 \text{ g/cm}^3$

- La analiza calitativă, au fost identificate patru elemente chimice, două metale,  $M_1$  și  $M_2$ , oxigenul și un alt nemetal, X, al cărui număr de nucleoni din atom este de 1,5 ori mai mare decât numărul de electroni din atomul de oxigen. S-au identificat și alte elemente în cantități foarte reduse, considerate impurități. Metalele  $M_1$  și  $M_2$  se află în aceeași grupă în Tabelul periodic și în perioade consecutive față de cele două nemetale, iar diferența  $Z_{M_2} - Z_{M_1} < 10$ .

- La analiza cantitativă, s-a determinat masa de impurități egală cu 0,15 g iar procentul de masă în care se găsește oxigenul în probă este de 47,23%. Raportul dintre număr de electroni de valență proveniți de la metalul  $M_2$  și număr de electroni de valență proveniți de la metalul  $M_1$  este 7,56.

Se cere:

- identifică elementele chimice  $M_1$ ,  $M_2$  și X și argumentează alegerea;
- scrie formulele chimice ale sărurilor insolubile care se depun în formațiunile din peșteri;
- calculează raportul masic în care se găsesc elementele  $M_1 : M_2 : X : O$  în proba prelevată;
- considerând viteza de creștere a acestor formațiuni ca fiind constantă și egală cu 1 mm/an, determină perioada în care o stalactită și stalagmita corespunzătoare, aflate la o distanță de 1 m, se unesc, formând o coloană continuă, numită stalagmită.

**15 puncte**

**B.** Într-o soluție de azotat de plumb, în care raportul masic dintre oxigenul din solvent și oxigenul din solvat este 8,24 : 1, numărul ionilor de plumb este de  $10^{10}$  ori mai mare decât numărul atomilor de plumb care se pot alinia, teoretic, pe distanța de 2 Km. Se cunoaște raza atomului de plumb ca fiind egală cu 175 pm (1 pm = 1 picometru =  $10^{-12}$  m). Se cere:

- determină concentrația procentuală a soluției de azotat de plumb;
- calculează masa de sare care trebuie adăugată pentru a se obține o soluție saturată la temperatura de  $20^\circ\text{C}$  (solubilitate azotatului de plumb la  $20^\circ\text{C}$  este 52 g la 100 g apă).

**10 puncte**

## **Subiectul al IV-lea**

**(30 de puncte)**

În cele cinci eprubete cu dop, numerotate de la 1 la 5, din stativul de pe masa de lucru, se găsesc soluții diluate ale următoarelor substanțe chimice (nu neapărat în această ordine): NaOH, ZnSO<sub>4</sub>, HCl, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> și NiCl<sub>2</sub>

Identifică substanța dizolvată în soluția din fiecare eprubetă pe baza rezultatelor reacțiilor chimice efectuate între perechi de soluții din cele cinci eprubete.

Scrie în **Tabelul 1** din foaia de concurs, rezultatele obținute în urma testelor efectuate precizând în fiecare dreptunghi corespunzător intersecției dintre coloanele și liniile tabelului, după caz:

- formula compusului chimic rezultat, marcând cu „↓” formarea unui precipitat și precizează culoarea lui;

- notează cu „↑” degajarea unui gaz;

- notează cu „X” dacă în urma reacției efectuate nu se observă nicio schimbare.

La sfârșit, scrie pe ultimul rând din **Tabelul 1** formula chimică a substanței identificate în fiecare soluție numerotată.

În **Tabelul 2** scrie ecuațiile reacțiilor chimice în care au avut loc transformări vizibile, precum și pe cele posibile între substanțele identificate. Notează cu “X” în cazul în care nu are loc reacția chimică.

În cazul reacțiilor marcate cu “\*”, pentru reacția din paranteză se va considera doar produsul a cărei formare este vizibilă.

**\*Se recomandă** lucrul cu volume relativ mici de soluție, astfel încât nivelul amestecului de reacție din eprubetă să nu depășească max. 2-3 cm, luând în considerare și faptul că, la sfârșitul experimentelor, trebuie să mai rămână puțină soluție în fiecare eprubetă. Ideal ar fi să adaugi câte 3-4 picături de soluție și să agiți conținutul eprubetei prin scuturare energetică/fermă.

Numărul lui Avogadro:  $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ .

**Comisia Centrală**

**a Olimpiadei Naționale de Chimie**

**Notă: Timp de lucru 3 ore.**

**Vă urează**

**Succes!**

Subiecte elaborate de:

DAVID Gabriela Iulia, Universitatea din București

GHEORGHE Adriana, Universitatea din București

ANGHEL Claudia Emilia, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, București

DOICIN Luminița Irinel, Colegiul Național „Gheorghe Lazăr”, București

GRAMADĂ Elisabeta, Liceul Tehnologic „Ion Creangă” Pîpirig, Neamț

MANEA Daniela, Colegiul Național „Ioan Slavici”, Satu Mare

PETRESCU Silvia, Colegiul Național „Nicolae Bălcescu”, Brăila

POPESCU Steluța, Școala Gimnazială „Nanu Muscel” Câmpulung, Argeș

Tabelul periodic al elementelor:

1

18

|                    |                    |                    |   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| 1<br>H<br>1        |                    |                    |   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 2<br>He<br>4.003  |                    |
| 3<br>Li<br>6.941   | 4<br>Be<br>9.012   |                    |   |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    | 5<br>B<br>11       | 6<br>C<br>12.      | 7<br>N<br>14       | 8<br>O<br>16.      | 9<br>F<br>19      | 10<br>Ne<br>20.18  |
| 11<br>Na<br>23     | 12<br>Mg<br>24.    | 3                  | 4 | 5                  | 6                  | 7                  | 8                  | 9                  | 10                 | 11                 | 12                 | 13<br>Al<br>23     | 14<br>Si<br>28.    | 15<br>P<br>31      | 16<br>S<br>32      | 17<br>Cl<br>35.5   | 18<br>Ar<br>40    |                    |
| 19<br>K<br>39      | 20<br>Ca<br>40     | 21<br>Sc<br>44.96  |   | 22<br>Ti<br>47.87  | 23<br>V<br>51      | 24<br>Cr<br>52     | 25<br>Mn<br>55     | 26<br>Fe<br>56     | 27<br>Co<br>58.93  | 28<br>Ni<br>58.69  | 29<br>Cu<br>64     | 30<br>Zn<br>65     | 31<br>Ga<br>69.72  | 32<br>Ge<br>72.64  | 33<br>As<br>74.92  | 34<br>Se<br>78.96  | 35<br>Br<br>80    | 36<br>Kr<br>83.80  |
| 37<br>Rb<br>85.47  | 38<br>Sr<br>87.62  | 39<br>Y<br>88.91   |   | 40<br>Zr<br>91.22  | 41<br>Nb<br>92.91  | 42<br>Mo<br>95.96  | 43<br>Tc<br>[98]   | 44<br>Ru<br>101.07 | 45<br>Rh<br>102.91 | 46<br>Pd<br>106.42 | 47<br>Ag<br>107.87 | 48<br>Cd<br>112.41 | 49<br>In<br>114.82 | 50<br>Sn<br>118.71 | 51<br>Sb<br>121.76 | 52<br>Te<br>127.60 | 53<br>I<br>126.90 | 54<br>Xe<br>131.29 |
| 55<br>Cs<br>132.91 | 56<br>Ba<br>137.33 | 57<br>La<br>138.91 |   | 72<br>Hf<br>178.49 | 73<br>Ta<br>180.95 | 74<br>W<br>183.84  | 75<br>Re<br>186.21 | 76<br>Os<br>190.23 | 77<br>Ir<br>192.22 | 78<br>Pt<br>195.08 | 79<br>Au<br>196.97 | 80<br>Hg<br>200.59 | 81<br>Tl<br>204.38 | 82<br>Pb<br>207.2  | 83<br>Bi<br>208.98 | 84<br>Po<br>(209)  | 85<br>At<br>(210) | 86<br>Rn<br>(222)  |
| 87<br>Fr<br>(223)  | 88<br>Ra<br>226.0  | 89<br>Ac<br>(227)  |   | 104<br>Rf<br>(261) | 105<br>Ha<br>(262) |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                    |                   |                    |
|                    |                    | 58<br>Ce<br>140.12 |   | 59<br>Pr<br>140.91 | 60<br>Nd<br>144.24 | 61<br>Pm<br>(145)  | 62<br>Sm<br>150.36 | 63<br>Eu<br>151.96 | 64<br>Gd<br>157.25 | 65<br>Tb<br>158.93 | 66<br>Dy<br>162.50 | 67<br>Ho<br>164.93 | 68<br>Er<br>167.26 | 69<br>Tm<br>168.93 | 70<br>Yb<br>173.05 | 71<br>Lu<br>174.97 |                   |                    |
|                    |                    | 90<br>Th<br>232.04 |   | 91<br>Pa<br>231.04 | 92<br>U<br>238.03  | 93<br>Np<br>237.05 | 94<br>Pu<br>(244)  | 95<br>Am<br>(243)  | 96<br>Cm<br>(247)  | 97<br>Bk<br>(247)  | 98<br>Cf<br>(251)  | 99<br>Es<br>(254)  | 100<br>Fm<br>(257) | 101<br>Md<br>(256) | 102<br>No<br>(254) | 103<br>Lr<br>(257) |                   |                    |