



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a VII-a

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.
- Se acordă 10 puncte din oficiu.

Subiectul I

25 de puncte

A. Citiți următoarele enunțuri. Dacă apreciați că enunțul este adevărat scrieți numărul de ordine al enunțului și litera **A**. Dacă apreciați că enunțul este fals scrieți numărul de ordine al enunțului și litera **F**.

1. Solul este un amestec omogen deoarece toate componentele sale sunt solide.
2. Azotul nu arde, dar întreține arderea.
3. Pâlnia de filtrare se folosește la separarea componentelor dintr-un amestec de apă cu ulei.
4. Humusul reprezintă materia organică din sol, provenită din resturi vegetale și animale în descompunere.
5. Serul fiziologic, apa minerală, alcoolul sanitar sunt amestecuri de substanțe.
6. Aerul poluat poate conține oxizi de azot, dioxid de sulf și particule solide.
7. O soluție cu pH = 5 este mai acidă decât o soluție cu pH = 4.
8. Fenolftaleina rămâne incoloră în soluția de sodă caustică.
9. În general, metalele au luciu metalic, sunt bune conducătoare de căldură și electricitate.
10. Substanțele volatile trebuie manipulate în spații bine ventilate sau sub hotă.

B. La analiza a trei elemente chimice: **X**, **Y** și **T** s-au constatat următoarele:

- un atom al elementului **X** are masa $3,155 \cdot 10^{-23}$ g;
 - în nucleul atomului **X** numărul protonilor este cu unu mai mic decât numărul neutronilor;
 - electronul distinctiv al atomului elementului **Y** se găsește în stratul N;
 - numărul electronilor din stratul al patrulea al învelișului electronic al lui **Y** este jumătate din numărul electronilor de pe primul strat;
 - anionul monovalent al elementului **T** este izoelectronic cu atomul gazului nobil din perioada a 3-a a Tabelului Periodic.
- a. Determină numerele atomice ale elementelor **X**, **Y** și **T**. Pentru elementul **X** calculează numărul de masă.
 - b. Scrie configurațiile electronice ale atomilor fiecărui element chimic identificat.
 - c. Elementele chimice **Y** și **T** pot forma un compus binar **B**. Notează natura legăturii chimice care se stabilește la formarea compusului binar și reprezintă formarea acestei legături. Utilizează simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor.
 - d. Calculează raportul numeric al speciilor chimice din compusul **B**.
 - e. Notează două proprietăți fizice ale compusului **B**.
 - f. Având în vedere configurația electronică a atomului elementului chimic **T**, reprezintă formarea moleculei acestuia, utilizând simbolul elementului chimic și puncte pentru reprezentarea electronilor.

Subiectul al II-lea

20 de puncte

A. Sarea de bucătărie este folosită în acvariile de apă dulce deoarece ajută la protejarea peștilor în cazul unor niveluri crescute de nitriți. Nisipul, în special cel pe bază de siliciu, are un rol fundamental în amenajarea acvariului, din punct de vedere estetic și biologic. Rugina și particulele metalice pot polua apa și pot fi periculoase pentru pești și plante.

Pentru amenajarea unui acvariu, o persoană achiziționează un amestec format din clorură de sodiu, nisip și pilitură de fier.

- a. Indică metoda folosită pentru a separa fierul din amestec.

- b. Propune o schemă de separare a celorlalte două componente ale amestecului. Indică ustensilele de laborator necesare pentru fiecare etapă.
- c. Determină, prin calcul, masa de clorură de sodiu din 50 de kg amestec, considerând că nisipul conține doar SiO_2 . Procentajul masic de oxigen din amestec este 52,266%, iar cel de clor este 0,910%.
- d. Calculează puritatea nisipului din amestec, exprimată în procente masice, considerând că impuritățile sunt reprezentate de celelalte componente ale amestecului.

B. Un laborator de expertiză criminalistică analizează un reziduu solid (**P**) cu masa de 5,000 g. Investigațiile chimice indică faptul că proba (**P**) este constituită exclusiv din următoarele componente:

1. **Stifnat de plumb hidratat**, cu formula chimică: $\text{Pb}(\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
2. **Fulminat de mercur**, cu formula chimică: $\text{Hg}(\text{CNO})_2$
3. Un constituent inert **I**, care nu conține elementele Pb, Hg, C, N, O sau H.

Proba (**P**) a fost ulterior uscată parțial, până când masa acesteia a devenit 4,892 g. Analiza elementală a probei uscate parțial indică următoarea compoziție: 0,621 g de plumb și 1,005 g de mercur. Pe baza datelor experimentale obținute, calculează:

- a. numărul de molecule de apă pierdută prin uscare parțială;
- b. masa de oxigen din proba inițială.

Subiectul al III-lea

20 de puncte

A. Despre patru elemente chimice **E1**, **E2**, **E3**, **E4** se cunosc următoarele:

- elementele **E1** și **E2**, respectiv elementele **E3** și **E4**, ocupă poziții succesive în tabelul periodic;
 - suma numerelor atomice ale celor patru elemente chimice este 62;
 - elementul cu numărul atomic par cel mai mic formează un cation divalent izoelectronic cu gazul nobil din perioada a 2-a.
- a. Determină cele patru elemente chimice;
 - b. Calculează numărul de electroni cedați de 2 mol din elementul **E2**;
 - c. Scrie formula chimică a compusului ternar **T** pe care îl formează elementul **E3** cu hidrogenul și oxigenul, notează culoarea soluției observată după adăugarea a 2-3 picături de fenolftaleină în soluția apoasă a compusului **T**.
 - d. Un amestec cu masa **m**, format din clorurile elementelor **E1** și **E4**, conține 14,2 g de clor. Raportul între numărul ionilor elementului **E1** și numărul ionilor elementului **E4** din amestec este 2:1. Calculează masa **m** a amestecului.

B. Un artist plastic folosește pulberea unui compus **X** pentru prepararea unui pigment alb și pulberea unui compus **Y** pentru realizarea unui strat special pe sticlă într-o lucrare artistică.

- **X** este un compus binar ionic care conține un nemetal **Q** și 60% metal divalent **M**, în procente de masă.
 - Nemetalul **Q** face parte din grupa calcogenilor.
 - **Y** conține un element **R** și 38,71% din același metal **M**, în procente de masă.
 - Elementul **R** se găsește în aceeași perioadă cu **Q** în Tabelul periodic, dar în grupa principală următoare.
 - Atomul elementului **R** formează un ion monovalent negativ.
 - Hidracidul elementului **R** se folosește în industrie pentru gravarea sticlei.
- a. Determină formulele chimice pentru compușii **X** și **Y**.
 - b. Un aliaj al aluminiului cu metalul **M** (cu denumirea tehnică Al-M 5083) are rezistență mare la coroziune, mai ales în apă de mare. O companie navală construiește un rezervor pentru apă de mare folosind foi de aliaj Al-M 5083, cu densitatea 2,66 g/cm³. Rezervorul are volumul 0,05 m³ și conține 5,32 kg de metal **M**. Calculează procentajul de metal **M** din aliaj.

**Subiectul al IV-lea****25 de puncte**

A. În cofetărie, siropurile de zahăr sunt folosite pentru prepararea glazurilor, cremelor și însiroparea blaturilor. Raportul de masă zahăr : apă determină textura și utilizarea siropului.

În timpul verii, temperatura în laboratorul de cofetărie este 30°C. Pentru a prepara o prăjitură se folosesc 774 g de sirop, o soluție saturată de zahăr, la temperatura 60°C. După preparare, siropul este lăsat să se răcească în bucătărie, până la temperatura camerei.

- Calculează concentrația procentuală de masă (**c**) a siropului la 30°C.
- Calculează masa de zahăr (**m**) care se separă în vas sub formă de cristale, în procesul de răcire.
- Peste 200 g de soluție de zahăr de concentrație procentuală de masă 65% se adaugă (**a**) g zahăr și (**b**) g apă, obținându-se o soluție de concentrație (**c**) folosită pentru prepararea glazurii. Știind că raportul între masa de zahăr (**a**) și masa de apă (**b**) este 3:1, calculează masa de zahăr (**a**) adăugată.

Coeficientul de solubilitate al zahărului în apă este 220 g zahăr/100 g apă la temperatura de 30°C și 287 g zahăr/100 g apă la temperatura de 60°C.

B. Un cristalohidrat **X** al sulfatului unui metal divalent **Me** conține 36% apă de cristalizare și 57,6% oxigen, procente masice. La temperatura de 20°C, prin dizolvarea unei mase **x** de cristalohidrat **X** în apă, se obțin 1843,81 g de soluție saturată (**S₁**). Prin încălzirea soluției (**S₁**) se evaporă 201,57 g de apă și se obține o soluție (**S₂**). Prin răcirea soluției (**S₂**) până la 20°C, se obține o soluție saturată **S₃** și se depun 75 g de cristalohidrat **A**.

- Determină prin calcul metalul divalent **Me** și formula chimică a cristalohidratului **X**.
- Calculează masa **x** de cristalohidrat dizolvat în apă pentru a obține soluția saturată (**S₁**).
- Calculează coeficientul de solubilitate al sulfatului metalului divalent, la temperatura de 20°C.

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

Subiecte elaborate de:

prof. dr. Carmen-Luiza Gheorghe – Liceul Teoretic de Informatică „Alexandru Marghiloman” din Buzău

prof. dr. Carmen Argeșanu – Colegiul Național „Nichita Stănescu” din Ploiești

prof. Rodica Băruță – Colegiul Național „Horea, Cloșca și Crișan” din Alba-Iulia

prof. dr. Silvia Petrescu – Colegiul Național „Nicolae Bălcescu” din Brăila

clasa a VII-a



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a VIII-a

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.
- Se acordă 10 puncte din oficiu.

Subiectul I**20 de puncte**

A. Se dă schema de transformări:

- 1) $M + a \rightarrow b$
- 2) $M + H_2O \rightarrow c + d$
- 3) $b + H_2O \rightarrow c$
- 4) $e + a \rightarrow f$
- 5) $f + c \rightarrow g + H_2O$
- 6) $g + H_2O + f \rightleftharpoons h$
- 7) $d + i \rightarrow j$
- 8) $M + j \rightarrow k + d$
- 9) $l + d \rightleftharpoons m$
- 10) $m + j \rightarrow n$
- 11) $p + a \rightarrow o$
- 12) $o + b \rightarrow q$
- 13) $m + a \rightleftharpoons r + H_2O$
- 14) $h + c \rightarrow g + H_2O$
- 15) $k + s + m \rightarrow t + n + v$

Știind că:

- **a, d, f, i, l, r** sunt gaze
- **a** este substanța simplă ale cărei molecule sunt formate din atomii elementului X
- **i** este un gaz galben verzui
- **l** este un gaz care se găsește în aer
- elementul **e** se găsește sub mai multe forme alotropice, una dintre ele fiind fullerenele
- soluția de concentrație 0,9% a substanței **v** se folosește în medicină ca ser fiziologic
- $Z_M + Z_X + Z_p = 42$; $Z_p - Z_X = 6$; $Z_M - Z_p = 6$
- **s** conține 32,39% Na, 0,71% H, 21,83% P, 45,07% O
- **t** este o sare neutră.

Se cere:

- a) Determinați, prin calcul, formulele chimice ale substanțelor **M, a, p** și **s**.
- b) Identificați substanțele notate cu litere, asociind litera cu formula chimică a substanței.
- c) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice din schemă.

Subiectul al II-lea**20 de puncte**

A.....10 puncte

Se dizolvă 300 L de acid clorhidric, măsurat în condiții normale de presiune și temperatură, în 1 L de apă distilată ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$). Se obține o soluție **S** cu densitatea $1,16 \text{ g/cm}^3$.

- a) Determinați concentrația procentuală masică a soluției **S**.
- b) Calculați procentul masic de hidrogen din soluția **S**.
- c) Știind că un volum de 191,66 mL din soluția **S** reacționează cu 27 g de aluminiu, calculați și identificați, prin calcul, substanța care a fost introdusă în exces, precum și masa de substanță în exces.
- d) Determinați numărul de molecule de gaz degajate.

**B.....10 puncte**

Un cub, confecționat din oțel placat cu nichel, cântărește 3,695 g. La introducerea cubului în soluție de acid clorhidric, se degajă 1,456 L de gaz măsurați în condiții normale de temperatură și de presiune (0°C și 1 atm) și se obține un reziduu cu masa de 0,04 g. În soluția rezultată, se introduce o plăcuță de zinc cu masa de 20,5 g. Considerând că oțelul are în compoziție un singur metal, calculați:

- compoziția procentuală masică a cubului.
- masa plăcuței de zinc la sfârșitul reacției.

Subiectul al III-lea**25 de puncte****A.....13 puncte**

O probă **P** cu masa de 71,6 g conține oxid de mercur, dioxid de plumb și impurități. Raportul molar al celor doi oxizi este 1 : 1. Proba **P** se calcinează și se obține un amestec solid **R** care are masa 36,65 g.

Știind că impuritățile nu se descompun, se cere să calculați compoziția procentuală masică a probei **P** și a amestecului solid **R**.

B.....12 puncte

De la oțelurile cu rezistență foarte mare utilizate în industria aeronautică până la bateriile moderne, vanadiul are un rol esențial în tehnologia contemporană. Acest element nu se găsește în stare liberă în natură, ci doar sub formă de compuși, în diferite minereuri, din care este extras printr-o succesiune de reacții chimice. Una dintre cele mai eficiente metode de obținere a acestui metal este reducerea pentaoxidului de vanadiu, V_2O_5 , prin procedeul aluminotermic. Procedeul aluminotermic constă în amestecarea pentaoxidului de vanadiu cu aluminiu și inițierea reacției care se produce cu o degajare mare de căldură. Vanadiul obținut este utilizat la fabricarea unuia dintre cele mai folosite aliaje în domeniul aerospațial și al implanturilor medicale. Compoziția procentuală masică a unui astfel de aliaj este: 88,93% titan, 6,48% aluminiu și 4,59% vanadiu.

Pentaoxidul de vanadiu de înaltă puritate se utilizează drept catalizator în anumite reacții. Acesta se poate obține prin încălzirea la 500–550°C a unei sări de amoniu **A** care formează prin descompunere pentaoxid de vanadiu, amoniac și apă în raport molar 1:2:1.

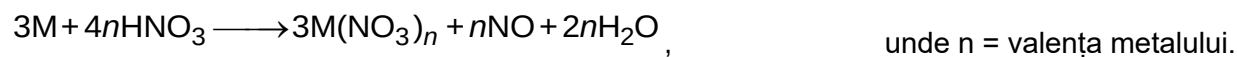
- Scrieți ecuația reacției de obținere a vanadiului prin aluminotermie.
- Determinați masa de aliaj care poate fi obținută din 17 mol de pentaoxid de vanadiu cu un randament de 90%.
- Scrieți ecuația reacției chimice de descompunere a sării de amoniu **A**.
- Calculați masa de sare **A**, de puritate 93,6%, necesară pentru a obține 36,4 g de catalizator.

Subiectul al IV-lea**25 de puncte**

Se tratează, la cald, o probă **P₁** cu masa 3,136 g care conține fier, oxizi de fier(II) și (III) cu hidrogen, în exces. Raportul molar al oxizilor de fier(II) și fier(III) este 1:2.

Solidul rezultat **P₂** are masa 2,352 g. Proba **P₂** este tratată cu 80 g de soluție de MSO_4 de concentrație 16%, rezultând 2,688 g de metal M.

Se separă metalul M, prin filtrare, apoi se tratează cu o soluție de HNO_3 de concentrație 50%. Are loc reacția:



- Scrieți ecuațiile reacțiilor care au loc la tratarea probei **P₁** cu hidrogen.
- Calculați compoziția procentuală masică a probei **P₁**.
- Identificați, prin calcul, metalul M.
- Calculați concentrația procentuală a soluției după tratarea probei **P₂** cu soluția de MSO_4 .
- Calculați masa de soluție de HNO_3 de concentrație 50% necesară reacției cu metalul M, astfel încât la sfârșitul reacției concentrația HNO_3 din soluție să fie 42,5%.

Informație: 1 mol din orice gaz ocupă în condiții normale de temperatură și de presiune (0°C și 1 atm) un volum de 22,4 L.

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

Subiecte elaborate de:

prof. dr. Daniela Bogdan – Colegiul Național „Sfântul Sava” din București
prof. Mihaela Morcovescu – Colegiul Național „Mihai Viteazul” din Ploiești
prof. Tatiana Mandric – Școala Gimnazială nr. 1 din Ciolpani
prof. Elena Iuliana Mandiuc – Colegiul Național „Garabet Ibrăileanu” din Iași

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

1		8A															
1A																	
1	2																
H 1.008	He 4.003	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Li 6.941	Be 9.012											B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18
11	12																
Na 22.99	Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.97	Br 79.90	Kr 83.80
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.95	Tc (98)	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	Hf 178.5	Ta 180.9	W 183.8	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Rn (222)
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	Ds (281)	Rg (272)	Cn (285)	Nh (286)	Fl (289)	Mc (289)	Lv (293)	Ts (294)	Og (294)

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce 140.1	Pr 140.9	Nd 144.2	Pm (145)	Sm 150.4	Eu 152.0	Gd 157.3	Tb 158.9	Dy 162.5	Ho 164.9	Er 167.3	Tm 168.9	Yb 173.0	Lu 175.0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th 232.0	Pa 231.0	U 238.0	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a IX-a

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.
- Se acordă 10 puncte din oficiu.

Subiectul I (25 de puncte)

A.....(12 puncte)

Un amestec format din 2 atomi **A**, 3 atomi **E** și 4 atomi **G** conține 134 de protoni.

Media aritmetică a numărului de protoni din atomul **G** și din atomul **A** este egală cu 12.

Un atom al elementului **E** are în învelișul electronic 6 substraturi și 2 electroni de valență.

- Determinați prin calcul sarcina nucleară pentru fiecare dintre elementele **A**, **E**, **G**.
- Ordonăți elementele **A**, **E**, **G** în sensul descrescător al razei ionice.
- Notați formula chimică și denumirea unei sări solubile care conține elementul **E** alături de alte 3 elemente chimice.
- Modelați formarea legăturii chimice din hidrura elementului **A** folosind simboluri Lewis.
- Scrieți ecuația reacției care are loc, la temperatură ridicată ($t > 800^{\circ}\text{C}$), între amoniac și substanța simplă formată din atomii elementului chimic **G**.
- Notați numerele de oxidare ale elementelor chimice din substanța **E(OCI)₂**.

B.....(7 puncte)

În tabel este valoarea energiei de ionizare primară (kJ/mol) pentru atomii unor elemente chimice care au sarcini nucleare consecutive, notate cu literele **D**, **J**, **L**, **M**, **Q** și **R**:

Element	D	J	L	M	Q	R
E_i (kJ/mol)	1060	1020	1260	1520	418	590

- Care dintre elemente are configurație electronică de gaz nobil? Justificați răspunsul.
- Care dintre elemente sunt metale din blocul de elemente s?
- Notați formulele chimice posibile ale compușilor binari care conțin fluor și gazul nobil identificat între elementele chimice din tabel, respectiv fluor și metalele din blocul s identificate.

C.....(6 puncte)

Pentru fiecare specie chimică:

(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
ClF_3	BF_3	$\text{Fe}(\text{CO})_5$	$[\text{Cr}(\text{NH}_3)_6] \text{Br}_3$	MnO_4^-

- Precizați tipul de structură (geometria speciei chimice).
- Notați tipul de hibridizare a atomului central.
- Notați tipul legăturilor chimice.

Subiectul al II-lea (20 de puncte)

A.....(6 puncte)

Într-o eprubetă E1 se introduc câteva cristale de iodură de potasiu, apoi se adaugă 2 mL de apă distilată și 2 mL de soluție de brom în toluen.

Într-o eprubetă E2 se introduc câteva cristale de bromură de sodiu, apoi se adaugă 2 mL de apă distilată și 2 mL de soluție de clor în toluen.

- Scrieți ecuațiile chimice care au loc în eprubeta E1 respectiv E2.
- Notați culoarea stratului de toluen din eprubetele E1 respectiv E2, la finalul reacției.



- c. Comparați caracterul nemetalic al halogenilor, pe baza observațiilor experimentale asociate reacțiilor chimice corespunzătoare din eprubetele E1 respectiv E2.
- d. Indicați tipul interacțiunilor care se stabilesc la dizolvarea: (i) NaBr în apă; (ii) I₂ în toluen.

B..... (6 puncte)

Analiza elementală a substanțelor organice începe cu dezagregarea acestora cu sodiu metalic (metoda *Lassaigne*). Azotul, sulfură și halogenii din substanța analizată se transformă în cianură de sodiu, sulfură de sodiu, halogenuri de sodiu ca urmare a reacției cu sodiul. Prezența azotului, din cianura de sodiu, se pune în evidență prin formarea *albastrului de Berlin*, adică hexacianoferatul(II) de fier(III).

- a. Propuneți o succesiune de 5 reacții pentru obținerea *albastrului de Berlin*, utilizând soluțiile apoase de acid clorhidric, peroxid de hidrogen, sulfat de fier(II) și cianură de sodiu.
- b. Pentru ionul metalic central din structura *albastrului de Berlin*:
- (i) scrieți configurația electronică;
- (ii) precizați proprietățile magnetice ale acestuia (diamagnetic/ paramagnetic).
- c. Modelați formarea ionului complex din *albastrul de Berlin*, folosind simboluri Lewis.

Informație:

- Un ion are proprietăți diamagnetice dacă toți electronii sunt cuplați, respectiv are proprietăți paramagnetice dacă în configurația sa electronică există cel puțin un electron necuplat.

C..... (8 puncte)

Spodumenul este un mineral de silicat de litiu și aluminiu, exploatat intens în Australia. Acest mineral este folosit ca materie primă pentru producția de litiu metalic necesar la producerea bateriilor de unică folosință. O baterie CR 2032 conține 0,1 g Li.

Prelucrarea *spodumenului*, în vederea obținerii litiului metalic, presupune parcurgerea etapelor din schema:



Informații:

- c** este un compus care constituie o parte importantă a scoarței terestre, fiind răspândit în natură în special sub formă de nisip;
 - e** este acidul din sucul gastric.
- a. Notați formula chimică a *spodumenului* și identificați substanțele notate cu literele **a, b, c, d, e, f, g**.
- b. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare.
- c. Calculați randamentul global al procesului de obținere a litiului necesar pentru fabricarea a 14 baterii CR 2032, știind că în proces se prelucrează 50 g de *spodumen*, conform etapelor din schemă.

Subiectul al III-lea (20 de puncte)

A..... (13 puncte)

O cantitate de *calaican* FeSO₄·7H₂O se dizolvă în apă până la obținerea a 2 L soluție de concentrație procentuală masică 2,9 % și densitate 1,05 g/cm³. Soluția obținută a fost introdusă într-un vas, cu volumul de 15 L, cu pereți de sticlă. Peste soluția de *calaican* au fost adăugați 3 L soluție de hidroxid de potasiu 0,4 M și densitate 1,02 g/cm³. Vasul a fost închis ermetic imediat și a fost lăsat timp îndelungat la temperatura constantă de 20°C.

- a. Calculați masa de *calaican*, precum și masa de apă necesară preparării soluției de *calaican*.
- b. Determinați raportul molar al precipitatelor din amestecul final.
- c. Calculați compoziția procentuală masică a soluției la finalul experimentului.
- d. Indicați variația de culoare observată în timpul experimentului, prin pereții de sticlă ai vasului.
- e. Cât va fi valoarea presiunii în vas, la finalul experimentului?

**Informații:**

- Compoziția aerului este 20% O_2 și 80 % N_2 , procentaje volumetrice;
- Coeficientul de solubilitate al calcaicului, la 20°C este 26,5 g/100 g apă;
- La 20°C, 1 mol de gaz ocupă 24,04 L;
- Se neglijează presiunea de vapori a apei și modificarea volumului soluției în timpul reacției;
- Se neglijează solubilitatea în apă a oxigenului și a azotului, la 20°C.

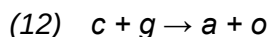
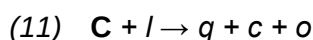
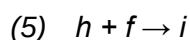
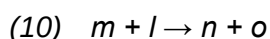
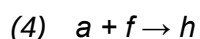
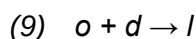
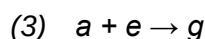
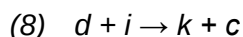
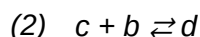
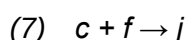
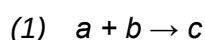
B.....(7 puncte)

Un amestec de hidrogen și clor, dintr-un vas închis, este supus radiației luminoase. După un anumit timp, se întrerupe iradierea. Se constată reducerea conținutului de clor la 10% din volumul inițial al acestuia și formarea unui amestec care conține 20% hidrogen, procente volumetrice.

- Determinați compoziția procentuală volumetrică a amestecului inițial.
- Calculați masa molară medie a amestecului gazos final.
- Calculați densitatea amestecului gazos final față de oxigen.

Subiectul al IV-lea**(25 de puncte)****A.....(17 puncte)**

Se consideră schema de reacții:

**Informații:**

- Elementele din care sunt formate substanțele simple **a** și **b** se găsesc în aceeași grupă a Tabelului periodic;
- **f** este un gaz galben-verzui, cu efect toxic și sufocant;
- **m** este o substanță binară cu raportul atomic 1 : 1 și caracter oxidant;
- **l** este un oxiacid al sulfurii cu raportul masic H : S : O = 1 : 16 : 32;
- **c** este o substanță binară cu raportul masic 1 : 1;
- **g** este o substanță cu caracter acid;
- **n** se mai numește "acidul lui Caro", ca omagiu adus descoperitorului său, Heinrich Caro.

- Identificați substanțele notate cu literele a – q.
- Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare transformărilor.
- Pentru substanța **n**, notați formula structurală și calculați raportul dintre electronii implicați în legături covalente $\pi(\pi)$ și electronii din orbitalii p .

B.....(8 puncte)

În evaluarea experimentală a biomaterialelor utilizate în aplicațiile medicale, soluția *Hank* servește drept mediu standardizat, ca sistem tampon (bicarbonat/ fosfat). Acesta stabilizează pH-ul la valori fiziologice ($\approx 7,4$ la 37 °C), permițând evaluarea mecanismelor de coroziune, a fluxului de ioni eliberați și a stabilității stratului de oxid de pe suprafața unor materiale metalice. Una dintre substanțele folosite pentru prepararea soluției *Hank* este dihidrogenofosfatul de potasiu.

Într-un pahar Berzelius de 250 mL, se dizolvă 5,148 g de dihidrogenofosfat de potasiu în 2 mol de apă distilată cu temperatura de 0°C, rezultând astfel soluția saturată (I). Soluția (I) se încălzește la 60°C, se mai adaugă 12,348 g de dihidrogenofosfat de potasiu. Se obține o soluție saturată (II). Prin răcirea soluției (II) la 20°C, se obține soluția (III) și se constată că paharul Berzelius conține 9,324 g de substanță solidă.

- Calculați coeficienții de solubilitate ai dihidrogenofosfatului de potasiu pentru fiecare dintre soluțiile (I), (II) și (III).



- b. Stabiliți relația de proporționalitate dintre coeficienții de solubilitate ai dihidrogenofosfatului de potasiu și temperatura de lucru, pe baza datelor experimentale din enunț.
- c. Determinați molalitatea soluției de dihidrogenofosfat de potasiu, la 20°C.

Informație:

- *Concentrația molală (molalitatea) reprezintă cantitatea de substanță dizolvată, exprimată în moli, conținută în 1000 g de solvent.*

- constanta universală a gazelor: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- volumul molar: $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$
- numărul lui Avogadro: $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Subiecte selectate și prelucrate de:

prof. Aldea Alexandrina – Colegiul Național „George Coșbuc” din Cluj Napoca
prof. Cerăceanu Cornelia – Colegiul Național „Frații Buzești” din Craiova
prof. Farcaș Irina – Colegiul Național „Vasile Alecsandri” din Iași
prof. Timotin Ana – Complexul Educațional Laude - Reut din București

58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.1	140.9	144.2	(145)	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	175.0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
232.0	231.0	238.0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)

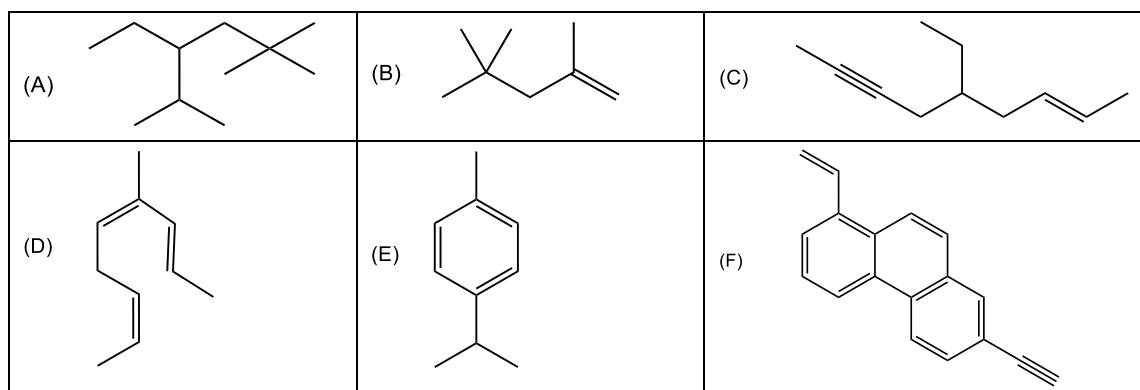


OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a X-a

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.
- Se acordă 10 puncte din oficiu.

Subiectul I**25 de puncte****A. (19 puncte)**

Se consideră formulele de structură ale următoarelor hidrocarburi:



1. Precizați denumirile științifice (I.U.P.A.C.) pentru hidrocarburile **A, B, C, D, E, F**.
2. Scrieți formula de structură a produsului organic care se formează din reacția:
 - a. hidrocarburi (B) cu brom dizolvat în diclorometan;
 - b. hidrocarburi (C) cu hidrogen în prezența paladiului "otrăvit" cu săruri de plumb;
 - c. hidrocarburi (D) cu soluție slab alcalină de permanganat de potasiu;
 - d. hidrocarburi (E) cu soluție acidă de permanganat de potasiu;
 - e. hidrocarburi (F) cu apă în mediu acid.
3. Notați formula de structură pentru:
 - a. izomerul hidrocarburi (A) care nu se poate dehidrogena;
 - b. izomerul hidrocarburi (C) care formează 2-bromo-5-(1-bromoetil)-1,1-dietilciclopentan la tratare cu acid bromhidric;
 - c. izomerul hidrocarburi (D) care formează acid 2-(3-etanoil-2,2-dimetilciclobutil) etanoic la oxidarea cu soluție acidă de dicromat de potasiu;
 - d. izomerul hidrocarburi (E) cu nucleu aromatic disubstituit, care la clorurare catalitică formează un singur compus monoclorurat;
 - e. izomerul hidrocarburi (F) cu catenă aromatică polinucleară cu nuclee condensate liniar.

B. (6 puncte)În laboratorul de chimie, un elev introduce 10 mL de *n*-hexan și 10 mL de 1-hexină într-un pahar Berzelius.

- a. Cunoscând valorile punctelor de fierbere ale celor două hidrocarburi: 71°C și 68,8°C, atribuiți fiecărei hidrocarburi punctul de fierbere corespunzător.
- b. Precizați tipul amestecului (omogen/eterogen) din paharul Berzelius.
- c. Având în vedere proprietățile chimice ale acestor hidrocarburi, propuneți o metodă de separare a 1-hexinei din amestec.
- d. Scrieți ecuațiile reacțiilor pe care le realizează elevul pentru a separa 1-hexina din amestec.

Subiectul al II-lea

20 de puncte

A. (5 puncte)

Informație: La halogenarea unui alcan, viteza relativă (v_i) de substituție a unui atom de hidrogen depinde de natura atomului de carbon la care are loc substituția.

Procentajul molar (p) în care se formează un derivat monohalogenat (k) se determină cu relația:

$$\frac{p_k}{100} = \frac{n_k \cdot v_{ik}}{\sum (n_k \cdot v_{ik})}$$

unde:

n_k - numărul atomilor de hidrogen legați de atomi de carbon echivalenți;

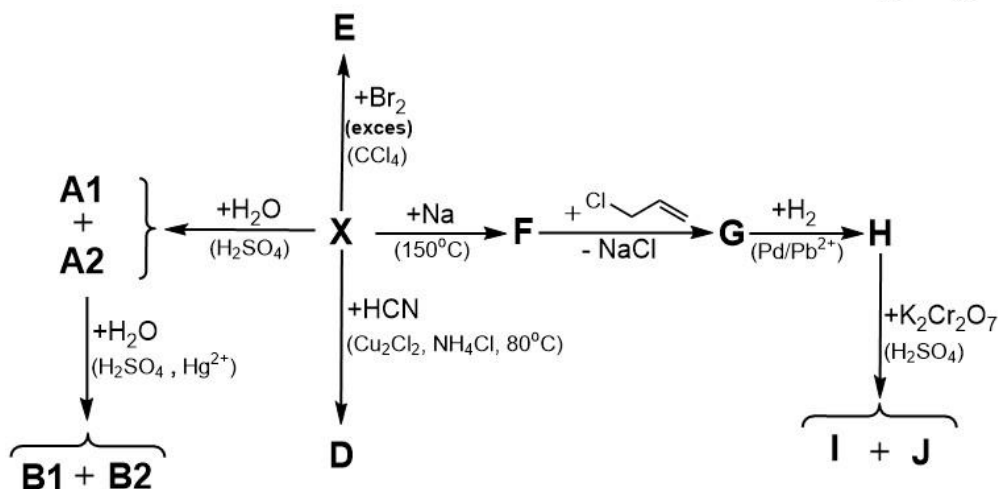
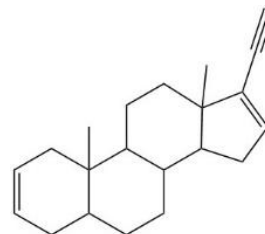
v_{ik} - viteza relativă de substituție a atomului de hidrogen legat de același tip de atom de carbon.

Clorurarea 2,3-dimetilbutanului la 300°C conduce la un amestec de izomeri care conține 57,143% 1-cloro-2,3-dimetilbutan și 42,857% 2-cloro-2,3-dimetilbutan, procente molare.

Determinați raportul vitezelor relative de substituție a atomilor de hidrogen.

B. (15 puncte)

La următoarea schemă de reacții participă hidrocarbura **X** cu structura:



a. Scrieți formulele de structură ale compușilor organici **A1**, **A2**, **B1**, **B2**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **I** și **J**.

b. O cantitate de 0,5 mmol de hidrocarbura **X** este tratată cu soluție de brom în tetraclorură de carbon, de concentrație procentuală masică 4%. După separarea compusului organic, soluția rezultată are concentrația procentuală masică 2,4%. Determinați masa soluției de brom introdusă în reacție.

c. Calculați volumul soluției de dicromat de potasiu în mediu acid, de concentrație 0,2 M, necesar oxidării a 0,5 mmol de compus **H**.

Subiectul al III-lea
25 de puncte
A. (20 puncte)

 Despre compușii **A** și **B** din schema următoare se cunosc informațiile:

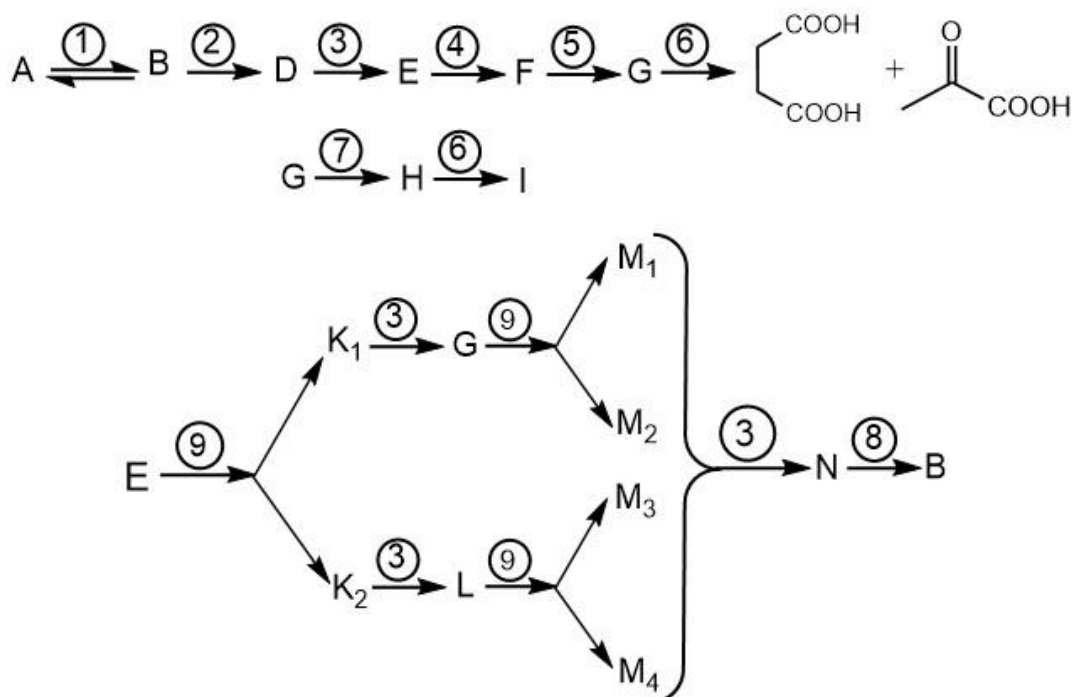
- sunt hidrocarburi izomere cu o catenă laterală;
- au același număr de atomi de carbon primar, secundar și terțiar în moleculă;
- la clorurare fotochimică formează același număr de compuși monohalogenati.

Se mai știe că:

- **N** este o hidrocarbură aromatică.
- În **reacția 2**, halogenarea are loc la atomul de carbon terțiar.

Pentru reacțiile din schemă, reactanții și/sau condițiile de reacție sunt:

Reacția	Reactanții și/sau condițiile de reacție	Reacția	Reactanții și/sau condițiile de reacție
1	Zeoliți, 250-350°C	6	KMnO ₄ /H ₃ O ⁺
2	Clor, 300-600°C	7	Polimerizare în prezența complexilor de Fe(II), Co(II) sau Ziegler-Natta/TiCl ₄ , AlR ₃
3	KOH/etanol	8	H ₂ /Ni/Al ₂ O ₃ , 100-300°C
4	Oxidare cu reactiv Baeyer	9	Substituție alilică în prezență de FeCl ₃ , NaOCl/CH ₂ Cl ₂ /H ₂ O, 25°C
5	H ₂ SO ₄ conc., 200°C		


 Scrieți structurile compușilor **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **I**, **K₁**, **K₂**, **L**, **M₁**, **M₂**, **M₃**, **M₄** și **N**.

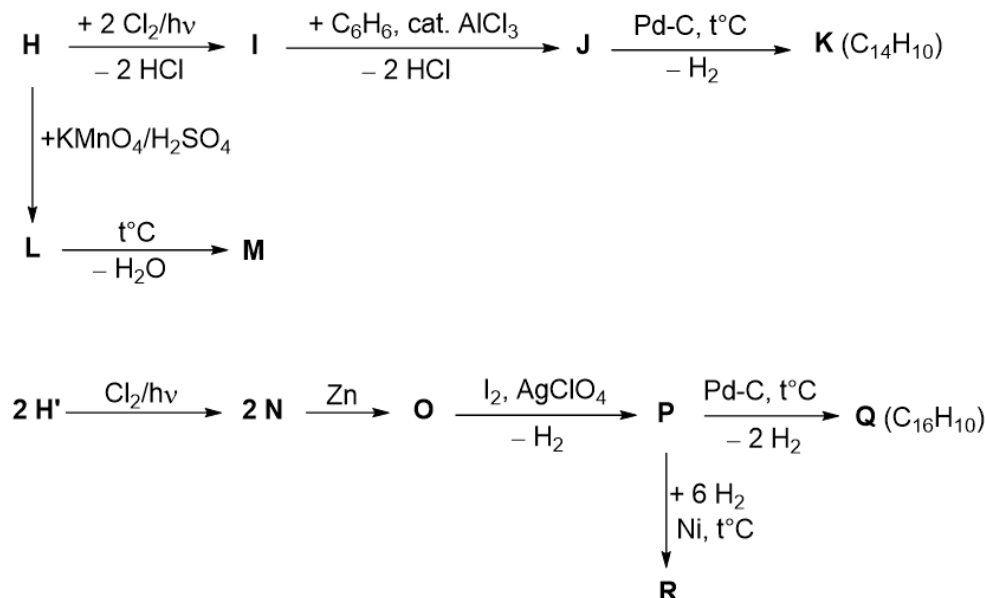
B. (5 puncte)

 Hidrocarbura **A** participă la o reacție de transpoziție, cu obținerea izomerului **B**. Știind că, reacția este reversibilă, și că la 25°C, constanta de echilibru este 6,993, determinați raportul molar **A** : **B**, la echilibru.

 În amestecul de reacție inițial, concentrațiile hidrocarburilor sunt: **[A]** = 0,075 M, **[B]** = 0,2 M.

**Subiectul al IV-lea****20 de puncte**

Hidrocarburile aromatice mononucleare izomere **H** și **H'** participă la două secvențe de reacții pentru obținerea unor hidrocarburi aromatice polinucleare **K** și **Q**.



Se cunosc următoarele informații:

- Compusul **M** are raportul masic C : H : O = 24 : 1 : 12.
- În compusul **N** raportul atomic H : Cl este 4 : 1.
- Compusul **P** are geometrie plană și nu decolorează apa de brom.
- Compusul **R** este o hidrocarbură saturată.
- Hidrocarburile **H'** și **O** formează același produs de reacție la oxidarea cu permanganat de potasiu, în mediu acid.

a. Scrieți formulele de structură ale compușilor **H**, **I**, **J**, **K**, **L**, **M**, **H'**, **N**, **O**, **P**, **Q**, **R**.

b. Scrieți ecuația reacției de oxidare a compusului **O** cu soluție de permanganat de potasiu și acid sulfuric.

c. Răspundeți la următoarele întrebări legate de compușii din schemele de reacție, **justificând răspunsul**.

i. Care dintre izomerii cu catenă aromatică ai hidrocarburii **H** are temperatura de topire cea mai ridicată: +13,5°C?

ii. Compușii **O** și **K** se hidrogenează în prezența Ni, la aceeași presiune. Care dintre cei doi compuși reacționează la o temperatură mai scăzută?

iii. Care dintre solvenții toluen, benzen, tetraclorură de carbon este folosit pentru transformarea compusului **H** în **I**?

Subiecte elaborate de:

prof. Costeniuc Iuliana, Colegiul Național „Grigore Moisil”, București

prof. Dejanu Mariana, Liceul Teoretic “Ion Mihalache” Topoloveni

prof. dr. Popescu Elena Irina, Colegiul Național „Ion Luca Caragiale”, Ploiești

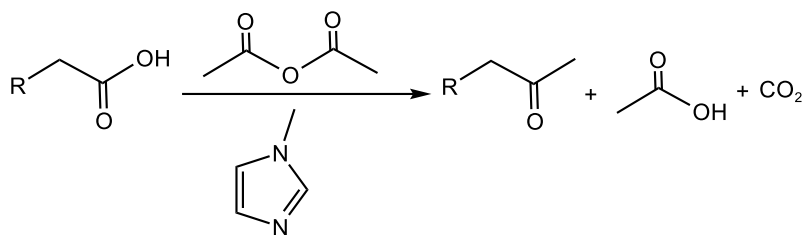
prof. Sava Alexandru, Liceul Tehnologic Ferdinand I, Curtea de Argeș

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
8A	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	8B	1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
He	H	Li	Na	K	Rb	Cs	Fr	Be	B	C	N	O	F	Ne	Si	P	S	Cl
4.003	1.008	6.941	22.99	39.10	85.47	132.9	223	9.012	10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18	28.09	30.97	32.07	35.45
10	3	4	11	19	37	55	87	12	13	14	15	16	17	18	31	32	33	34
Ne	Li	Be	Na	K	Rb	Cs	Fr	Mg	B	C	N	O	F	Ne	Al	Ge	As	Se
20.18	6.941	9.012	22.99	39.10	85.47	132.9	223	24.31	10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18	26.98	72.61	74.92	78.97
36	19	20	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	59	61	63	65	67
Kr	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
83.80	39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.55	65.39	69.72	72.61	74.92	78.97	79.90	83.80
54	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Xe	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
131.3	85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.95	98	101.1	102.9	106.4	107.9	112.4	114.8	118.7	121.8	127.6	126.9	131.3
86	55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Rn	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
(222)	132.9	137.3	138.9	178.5	180.9	183.8	186.2	190.2	192.2	195.1	197.0	200.6	204.4	207.2	209.0	(209)	(210)	(222)
118	87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
Og	Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
(294)	(223)	(226)	(227)	(261)	(262)	(263)	(262)	(265)	(266)	(281)	(272)	(285)	(286)	(289)	(289)	(293)	(294)	(294)

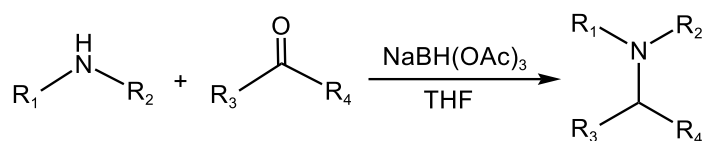
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
140.1	140.9	144.2	(145)	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	175.0
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr
232.0	231.0	238.0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)

tratarea lor cu anhidridă acetică sub acțiunea catalitică a *N*-metilimidazolului, proces care implică formarea in situ a ionului acetilimidazoliu, un agent de acetilare puternic.

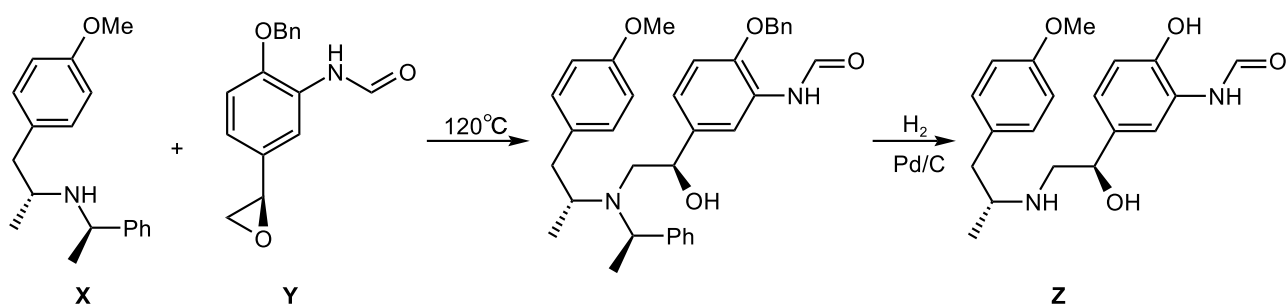


Aminare reductivă

În reacția de aminare reductivă, o aldehydă sau cetonă reacționează cu o amină, formând o imină (sau ion iminiu), care este apoi redusă la amina corespunzătoare. Triacetoxiborohidru de sodiu, $\text{NaBH}(\text{OAc})_3$ (STAB), este un agent reducător selectiv utilizat pentru reducerea intermediarilor imină/iminiu la amine.

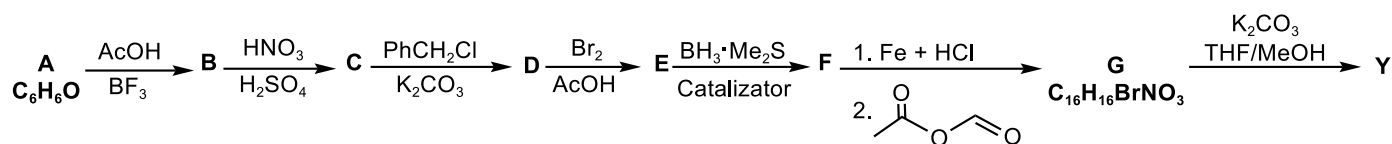


Compusul (**Z**), medicament utilizat în tratamentul astmului bronșic, se obține prin succesiunea de reacții:



1. Referitor la compusul (**Z**):

- Determinați formula moleculară și valoarea N.E.
 - Notați denumirea grupelor funcționale prezente în moleculă.
 - Determinați numărul centrelor chirale și stabiliți configurația absolută (R/S) a fiecărui centru chiral.
2. Compusul (**Y**), utilizat ca intermediar în sinteza medicamentului (**Z**), se obține conform schemei de transformări:



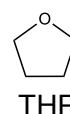
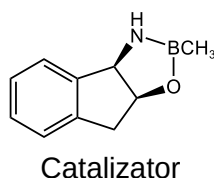
Se dau informațiile:

Me: $-\text{CH}_3$

Ph: $-\text{C}_6\text{H}_5$

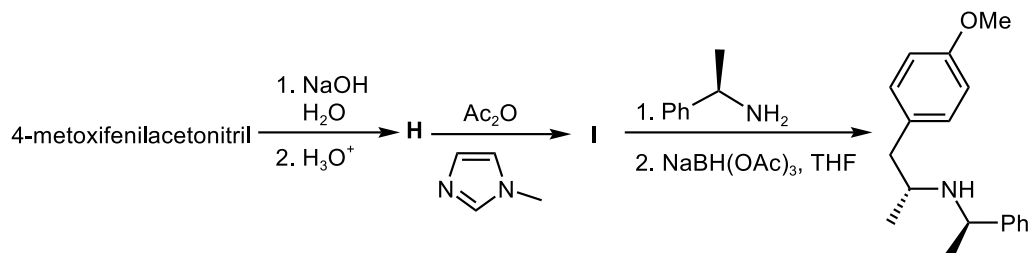
Ac: $\text{CH}_3\text{CO}-$

Bn: $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-$



Scrieți formulele de structură ale substanțelor notate cu literele (**A**), (**B**), (**C**), (**D**), (**E**), (**F**) și (**G**).

3. Compusul (**X**), utilizat ca intermediar în sinteza medicamentului (**Z**), se poate obține pornind de la 4-metoxifenilacetonitril, conform schemei de reacții:



a. Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care 4-metoxifenilacetonitrilul se transformă în compusul (**H**).

b. Scrieți formula de structură a compusului (**I**).

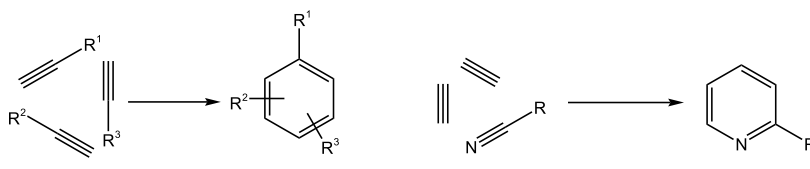
SUBIECTUL al II-lea

20 de puncte

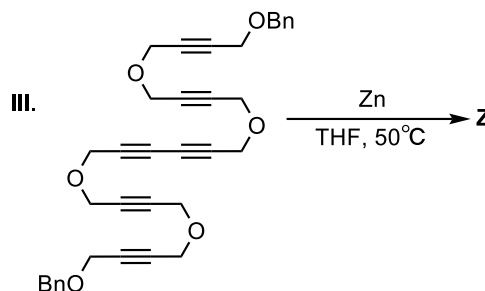
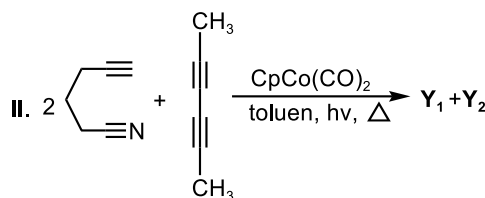
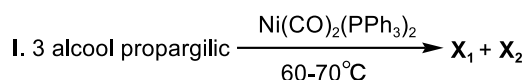
Subiectul A.9 puncte

Informație:

Ciclotrimerizarea catalizată de metale de tranziție este o reacție de tip [2+2+2] prin care se formează nuclee aromatice într-o singură etapă. În aceste transformări, trei unități nesaturate se combină pentru a forma un nucleu aromatic, reacția putând avea loc atât intermolecular, cât și intramolecular, în cazul compușilor care conțin două sau mai multe legături triple în catenă. În prezența catalizatorilor precum Co, Rh sau Pd, alchinele formează derivați substituiți ai benzenului, iar reacția dintre două unități alchinice și o grupă nitril conduce la formarea unui derivat de piridină, când raportul molar alchină : nitril este 2 : 1.



Se dau următoarele secvențe de reacții:



1. Scrieți formulele de structură ale compușilor (**X₁**) și (**X₂**) din secvența I de reacții, știind că prin nitrarea nucleului aromatic al compusului (**X₁**) se obține un singur mononitroderivat.

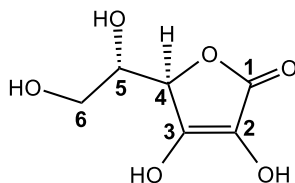


2. Scrieți formulele de structură ale compuşilor (**Y**₁) și (**Y**₂) din secvența II de reacții.
3. Scrieți formula de structură a compusului (**Z**) din secvența III de reacții și notați valoarea NE a acestuia.

Subiectul B.11 puncte

Vitamina C (acidul ascorbic) este un compus organic cu caracter acid și proprietăți reducătoare, capabil să participe la reacții de oxido-reducere prin cedare de electroni și protoni. Datorită acestor proprietăți, acidul ascorbic poate fi determinat cantitativ prin metode titrimetrice redox.

B₁. Structura acidului ascorbic este următoarea:



1. Identificați atomii de carbon asimetric din molecula acidului ascorbic și notați numerele corespunzătoare acestora, conform structurii date.
2. Stabiliți configurația absolută (R/S) a fiecărui atom de carbon asimetric, utilizând regulile Cahn-Ingold-Prelog.
3. Scrieți ecuația reacției de ionizare a acidului ascorbic în prima etapă, pentru $pK_{a1} = 4,1$, utilizând formule de structură pentru compușii organici.
4. Scrieți ecuația reacției de ionizare a acidului ascorbic, în a doua etapă, pentru $pK_{a2} = 11,6$, utilizând formule de structură pentru compușii organici.
5. Calculați valorile constantelor de aciditate K_{a1} și K_{a2} .

B₂. Determinarea acidului ascorbic dintr-o probă se realizează prin titrare redox cu N-bromosuccinimidă (NBS), care oxidează cantitativ acidul ascorbic la acid dehidroascorbic. Reacția permite determinarea concentrației acidului ascorbic din proba analizată.

O probă de 100 mL soluție conținând acid ascorbic este titrată cu soluție de N-bromosuccinimidă (NBS) de concentrație 0,01M, în prezență de KI și amidon. Pentru atingerea punctului de echivalență s-au consumat 50 mL soluție de NBS. Se consideră că reacția dintre acidul ascorbic și NBS are loc în raport molar 1:1.

1. Scrieți ecuația procesului de oxidare a acidului ascorbic la acid dehidroascorbic.
2. Scrieți ecuația reacției care are loc la titrarea acidului ascorbic cu NBS, în prezență de KI și amidon.
3. Scrieți ecuația reacției de formare a iodului molecular și precizați rolul amidonului în această metodă de titrare.
4. Calculați concentrația molară a soluției de acid ascorbic.

SUBIECTUL al III-lea**20 de puncte****Subiectul A.9 puncte**

Se consideră compusul organic optic activ (**A**), cu formula moleculară $C_7H_{12}O_3$, despre care se cunosc următoarele:

- la tratarea cu $I_2/NaOH$ se formează un precipitat galben;
- nu decolorează soluția de brom în apă;
- în reacție cu $NaHCO_3(aq)$ nu se observă efervescență;
- în reacție cu Na metalic se degajă un gaz.

Prin hidroliză în mediu acid, compusul (**A**) se transformă în compusul optic activ (**B**), cu formula moleculară $C_7H_{14}O_4$, care:

- la tratarea cu $I_2/NaOH$ formează un precipitat galben;
- nu decolorează soluția de brom în apă;
- produce efervescență în reacție cu $NaHCO_3(aq)$;

- prin oxidare cu $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ formează compusul optic activ **(C)**, cu formula moleculară $C_7H_{10}O_4$. Compusul **(C)**, tratat cu reactiv Tollens, formează compusul optic inactiv **(D)**, cu formula moleculară $C_7H_{10}O_5$.

Compusul **(D)**:

- la simpla încălzire nu se decarboxilează;
- la încălzire în prezență de NaOH formează compusul optic inactiv **(E)**, cu formula moleculară $C_5H_{10}O$.

Într-o analiză separată, 3-oxobutanoatul de etil este tratat cu etoxid de sodiu, apoi cu iodometan (CH_3I) în exces, în două etape succesive, obținându-se compusul **(X)**. Acesta are formula moleculară $C_8H_{14}O_3$, și prin hidroliză acidă, urmată de încălzire, conduce la același compus **(E)**.

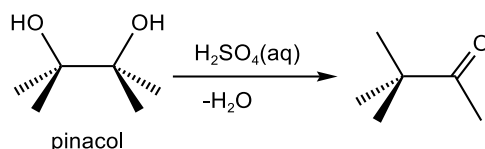
a. Identificați compușii **(A)**, **(B)**, **(C)**, **(D)**, **(E)** și **(X)**.

b. Notați numărul atomilor de carbon asimetric din moleculele compușilor **(A)**, **(B)** și **(C)**.

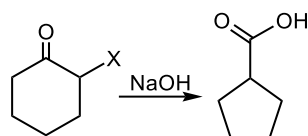
Subiectul B.11 puncte

Informații:

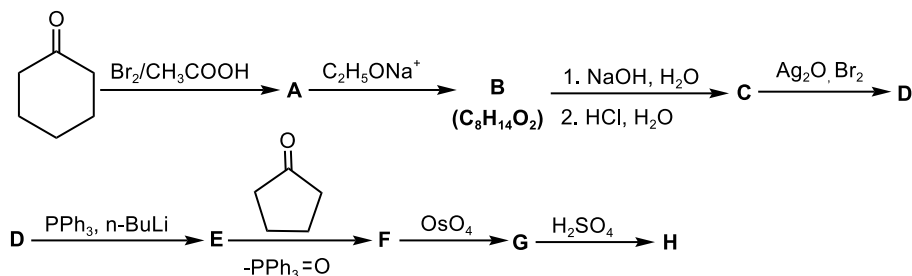
Transpoziția pinacolică este rearanjarea catalizată de acizi a unui diol vicinal, care conduce la formarea unui compus carbonilic prin eliminare de apă și migrarea intramoleculară a unui substituent.



Transpoziția Favorskii este rearanjarea catalizată de baze a α -halogenocetonelor ciclice, care conduce la derivați carboxilici (acizi, esteri sau amide), însoțită de micșorarea ciclului cu un atom de carbon.



Se consideră schema de reacții în care **ciclohexanona** este transformată succesiv în compușii **(A)–(H)**.



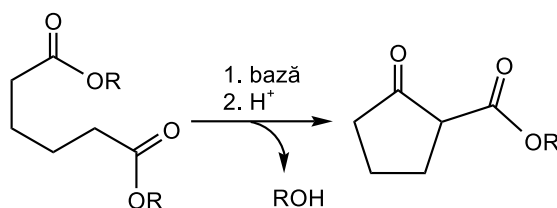
Scrieți formulele de structură ale compușilor **(A)**, **(B)**, **(C)**, **(D)**, **(E)**, **(F)**, **(G)** și **(H)**.

SUBIECTUL al IV-lea

25 de puncte

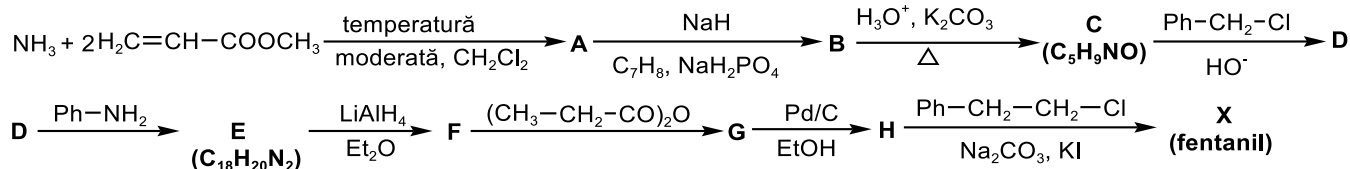
Informație:

Condensarea Dieckmann este o condensare Claisen intramoleculară a unui diester, catalizată de baze, care conduce la formarea unui β -cetoester ciclic.



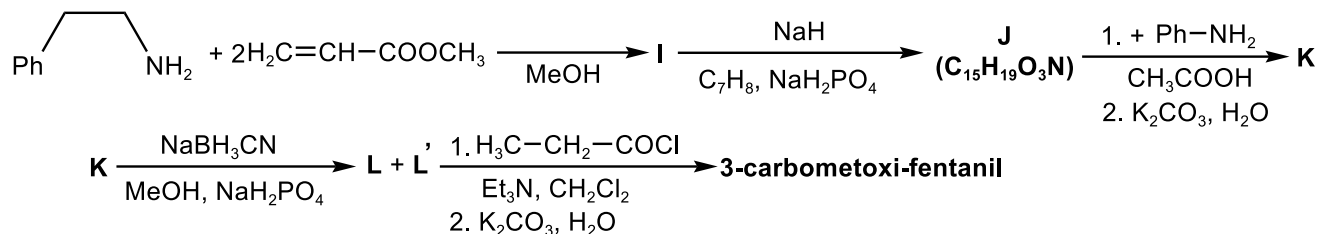
Fentanilul este utilizat în domeniul farmaceutic datorită proprietăților sale biologice. Din punct de vedere structural, este un compus organic sintetic care conține un nucleu heterociclic saturat cu azot și o grupă amidică.

A₁. O metodă de sinteză a fentanilului este prezentată în următoarea schemă de reacții:



Scrieți formulele de structură ale substanțelor (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G), (H) și (X).

A₂. Un derivat al fentanilului, numit **3-carbometoxi-fentanil**, poate fi obținut conform schemei de reacții de mai jos:



Cu privire la unele substanțe din schema de reacții, sunt furnizate următoarele informații:

- substanța (**K**) conține în moleculă 15 atomi de carbon hibridizați sp^2 ;
- compușii (**L**) și (**L'**) sunt diastereoizomeri și se obțin în amestec echimolar (1:1).

1. Scrieți formulele de structură ale substanțelor (I), (J), (K), (L) și (L').
2. Notați numărul atomilor de carbon asimetric din moleculele compușilor (L) și (L').
3. Precizați relația de izomerie stereochemică dintre compușii (L) și (L').
4. Notați numărul total de stereoisomeri posibili pentru compușii (L) și (L').
5. Scrieți formula de structură plană a compusului 3-carbometoxi-fentanil și notați numărul de stereoisomeri ai acestuia.

Subiecte elaborate de:

prof. Gheorghe Costel, Colegiul Național "Vlaicu Vodă" din Curtea de Argeș

prof. Guceanu Constantin, Colegiul National "Mihai Eminescu" din Botosani

prof. Rotariu Dan, Colegiul Național "Moise Nicoară" din Arad

prof. Trifan Iuliana, Colegiul Național "Vasile Alecsandri" din Galați

58	Ce 140.1	59	Pr radioactive 140.9	60	Nd radioactive 144.2	61	Pm (145)	62	Sm 150.4	63	Eu 152.0	64	Gd radioactive 157.3	65	Tb 158.9	66	Dy radioactive 162.5	67	Ho radioactive 164.9	68	Er radioactive 167.3	69	Tm 168.9	70	Yb radioactive 173.0	71	Lu 175.0
90	Th radioactive 232.0	91	Pa 231.0	92	U 238.0	93	Np (237)	94	Pu (244)	95	Am (243)	96	Cm (247)	97	Bk (247)	98	Cf radioactive (251)	99	Es (252)	100	Fm radioactive (257)	101	Md (258)	102	No (259)	103	Lr (262)



OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/ a sectoarelor municipiului București
22 martie 2026
Clasa a XII-a

- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.
- Se acordă 10 puncte din oficiu.

Informații:

1) Pentru procesul de reducere: $ox + ne^- \rightarrow red$, ecuația lui Nernst, la 25 °C, este:

$$\varepsilon_{ox|red} = \varepsilon_{ox|red}^0 + \frac{0,059}{n} \lg \frac{[ox]}{[red]}, \text{ unde } [ox] - \text{concentrația molară a formei oxidate, } [red] - \text{concentrația}$$

molară a formei reduse, $\varepsilon_{ox|red}$ - potențialul de reducere, $\varepsilon_{ox|red}^0$ - potențialul de reducere standard.

2) $\Delta_r G_T^\circ = -nFE^\circ$, unde $\Delta_r G_T^\circ$ - entalpia liberă de reacție standard la temperatura T, n – numărul de electroni implicați în reacția redox, F – numărul lui Faraday, E° - forța electromotoare standard a reacției redox.

- **Mase atomice:** H – 1, C – 12, N – 14, O – 16, Na – 23, Al – 27, S – 32, Br – 80, I – 127, Ca – 40, Cr – 52, Fe – 56, Cu – 64, Zn – 65, Ag – 108, Sn – 119, Pb – 207, Cl – 35,5

- **Constanta universală a gazelor:** $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

- **Numărul lui Faraday:** $F = 96485 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$

Subiectul I 15 puncte

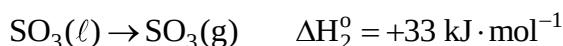
A. (10 puncte)

Se cunosc următoarele date termochimice:

a) la dizolvarea, în condiții standard, a unui mol de H_2SO_4 în x moli de H_2O se degajă o cantitate de căldură dată de relația empirică:

$$Q_{\text{diz}} = \frac{74,8 \cdot x}{1,8 + x} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

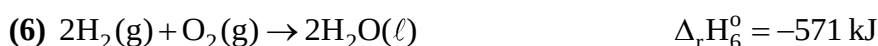
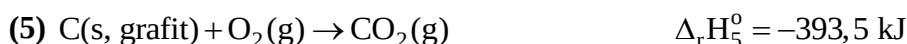
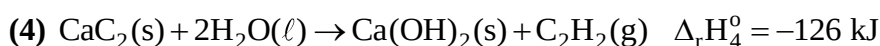
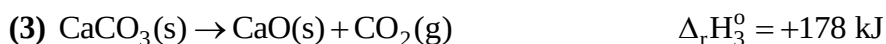
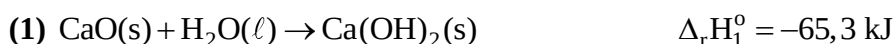
b) $\text{SO}_3(\ell) + \text{H}_2\text{O}(\ell) \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4(\ell) \quad \Delta H_1^\circ = -97 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$



Determinați căldura degajată la obținerea, în condiții standard, din $\text{SO}_3(\text{g})$ și $\text{H}_2\text{O}(\ell)$, a 300 g de soluție de acid sulfuric, de concentrație 49%.

B. (5 puncte)

Se dau următoarele ecuații termochimice:



a) Scrieți ecuația termochimică de formare a acetilenei.

b) Pe baza ecuațiilor termochimice necesare, folosind legea lui Hess, determinați entalpia de formare standard a acetilenei.

Subiectul al II-lea 20 de puncte

O soluție (S) conține ioni Fe^{2+} și ioni Fe^{3+} . Pentru a determina compoziția soluției, se efectuează două experimente, la temperatura de 25 °C.

Experiment (1)

100 mL de soluție (S) se tratează cu iodură de potasiu în exces, iar iodul eliberat este titrat până la punctul de echivalență, marcat cu amidon, cu 20 mL soluție de tiosulfat de sodiu, de concentrație 0,1 M.

Experiment (2)

100 mL de soluție (S) se tratează cu soluție de brom. După îndepărtarea excesului de brom, se repetă determinarea iodometrică și se consumă la titrare, până la punctul de echivalență, 50 mL soluție de tiosulfat de sodiu, de concentrație 0,1M.

a) Determinați potențialul de reducere standard $\varepsilon_{\text{Fe}^{3+}|\text{Fe}^{2+}}^0$.

b) Stabiliți dacă, în condiții standard, ionii bromură, respectiv ionii iodură pot reduce ionii Fe^{3+} , respectiv ionii Fe^{2+} dintr-o soluție.

c) Determinați concentrațiile molare ale ionilor Fe^{2+} și Fe^{3+} din soluția (S).

$$\varepsilon_{\text{Fe}^{3+}|\text{Fe}}^0 = -0,036 \text{ V}, \varepsilon_{\text{Fe}^{2+}|\text{Fe}}^0 = -0,440 \text{ V}, \varepsilon_{\text{Br}_2|\text{Br}^-}^0 = 1,066 \text{ V}, \varepsilon_{\text{I}_2|\text{I}^-}^0 = 0,535 \text{ V}$$

Subiectul al III-lea 25 de puncte

O probă P, cu masa de 19,6 g, care conține oxalat de calciu ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), impurificat cu carbonat de calciu, se încălzește treptat până la 200 °C și se constată că masa probei scade cu 9,184%, obținându-se proba P'. Proba P' se supune descompunerii termice, la 950 °C, în absența aerului, căldura consumată fiind de 31,065 kJ. La 950 °C, în absența aerului, rezultă o singură substanță solidă și două substanțe gazoase care au aceeași compoziție calitativă. La 500 °C, în prezența aerului, rezultă tot o substanță solidă și numai una dintre cele două substanțele gazoase obținute și la 950 °C.

a) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice care au loc la descompunerea probei P' la 950 °C, în absența aerului și la 500 °C, în prezența aerului.

b) Calculați puritatea oxalatului de calciu anhidru din proba P.

c) Determinați formula chimică a cristalohidratului $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

d) Determinați efectul termic care însoțește descompunerea probei P', la 500 °C, în prezența aerului.

Se consideră că efectul termic al reacțiilor care intervin în problemă este independent de temperatură pe intervalul 25 – 1000 °C și se neglijează căldura absorbită de către substanțe la încălzire.

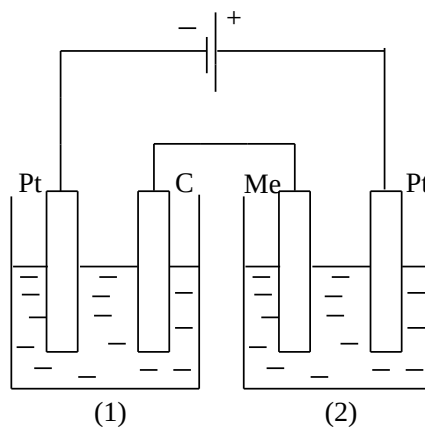
Se cunosc următoarele date termochimice:

$$\Delta_f H_{\text{CaC}_2\text{O}_4(\text{s})}^0 = -1360,6 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta_f H_{\text{CaCO}_3(\text{s})}^0 = -1206,9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta_f H_{\text{CaO}(\text{s})}^0 = -635,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1},$$

$$\Delta_f H_{\text{CO}_2(\text{g})}^0 = -393,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}, \Delta_f H_{\text{CO}(\text{g})}^0 = -110,5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$$

Subiectul al IV-lea 30 de puncte

S-a efectuat electroliza soluțiilor din două celule conectate în serie. Celula (1) conține 50 mL de soluție de azotat al metalului necunoscut Me, de concentrație 1 M, iar celula (2) conține 100 mL de soluție de clorură a metalului Me, de concentrație procentuală masică 10% și densitate 1,08 g/mL. S-au realizat două experimente, la temperatura constantă de 25 °C. În ambele celule, la catod s-a depus metalul Me. Se consideră că pH-ul soluțiilor este 3 pe toată durata experimentelor și că presiunile parțiale ale tuturor gazelor sunt 1 atm. Se neglijează variația volumului soluțiilor în timpul experimentelor.



Experiment (1)

Electroliza s-a efectuat folosindu-se un curent de 1,5 A, timp de o oră, când pe catodul din celula (1) s-au depus 1,164 g metal Me.

a) Notați care este anodul și care este catodul în ambele celule.

b) Identificați metalul Me, considerând că randamentul de curent în celula (1) este 65%, iar în celula (2) este 100%.

Experiment (2)

Se schimbă între ei electrodul de C (grafit) din celula (1) și electrodul de metal Me din celula (2) și se continuă electroliza până când masa catodului din celula (2) nu se mai modifică. Intensitatea curentului electric este constantă de 1,5 A și se consideră că randamentul de curent este 100%, în ambele celule.

c) Determinați durata electrolizei în **Experimentul (2)**.

d) Calculați cu câte grame s-a modificat masa electrodului de metal Me după cele două experimente.

e) Scrieți ecuațiile proceselor posibile la electrozi, în **ambele celule**, calculați potențialul fiecărei semireacții, notați procesele care au loc la electrozi în cursul **experimentului (1)** și scrieți ecuațiile reacțiilor globale care au loc în **ambele celule**.

f) Scrieți ecuațiile proceselor posibile la electrozi în **celula (1)**, calculați potențialul fiecărei semireacții, notați procesele care au loc la electrozi în cursul **experimentului (2)** și scrieți ecuația reacției globale care are loc în **celula (1)**

Procesul	Potențialul de reducere standard ε^0	Supratensiunea $\Delta\varepsilon$
$\frac{1}{2}\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$	1,23 V	Pe grafit $\Delta\varepsilon_{\text{O}_2} = +0,79 \text{ V}$ Pe platină $\Delta\varepsilon_{\text{O}_2} = +0,96 \text{ V}$ $\Delta\varepsilon_{\text{Cl}_2} = +0,01 \text{ V}$
$\text{Cl}_2 + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Cl}^-$	1,36 V	
$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	0,34 V	
$\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2$	0,00	

Subiecte elaborate de:

prof. Vasile Sorohan, Colegiul Național *Costache Negruzzi* din Iași

prof. Iuliana Shajaani, Colegiul Național *Matei Basarab* din București

prof. Daniela Tudor, Colegiul Național *Mihai Viteazul* din București

prof. Mihaela Vișan, Colegiul Național *Petru Rareș* din Piatra-Neamț