

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
21 martie 2025
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.**

Subiectul I

35 de puncte

A.1.1. Scrie litera corespunzătoare enunțului însoțită de tipul proprietății descrise (fizică sau chimică):

- Apa potabilă este inodoră.
- O bară de fier ruginește.
- Aluminiul conduce curentul electric.
- Cauciucul este elastic.
- Gazul metan arde cu flacără albastră.

1.2. Scrie litera corespunzătoare însoțită de tipul amestecului (omogen sau eterogen):

- saramura;
- oțetul;
- apa cu ulei;
- aerul;
- alcoolul medicinal.

2. Pe masa de laborator ai la dispoziție un amestec de apă distilată, sare de bucătărie și pulbere de sulf.

- Propune o schemă pentru separarea fiecărei substanțe din amestec.
- Notează denumirile ustensilelor care se folosesc în etapa a doua de separare.

B. Despre elementele chimice **A**, **B**, **C**, **D** și **E** se cunosc informațiile:

- elementul **B** se găsește perioada a 2-a și grupa 15 (a V-a A) a Tabelului Periodic;
- pentru atomul elementului **C**, numărul electronilor din stratul L este de trei ori mai mare decât numărul electronilor din stratul K;
- suma numerelor atomice ale atomilor **B** și **A** este egală cu numărul atomic a lui **C**;
- numărul de protoni din nucleul atomului **D** este de două ori mai mare față de numărul de electroni din învelișul electronic al atomului **C**;
- atomii elementului **E** formează ioni monovalenți negativi izoelectronici cu atomii gazului rar din perioada a 3-a a Tabelului Periodic;
- în nucleul atomului **D** numărul protonilor este egal cu numărul neutronilor.

a. Determină numărul atomic al fiecărui element chimic cu ajutorul informațiilor din text și scrie simbolul chimic al fiecăruia.

b. Calculează numărul de masă pentru elementul chimic **D**.

c. Calculează masa de element **D** care conține în învelișul electronic $481,76 \cdot 10^{21}$ electroni.

d. Scrie configurațiile electronice ale atomilor **A**, **D** și **E**.

e. Reprezintă formarea a patru molecule diferite din atomii elementelor chimice **A**, **C** și **E**. Utilizează simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor.

f. Notează două proprietăți fizice ale unui compus format dintr-una din moleculele pe care le-ai modelat la **punctul e**, în condiții obișnuite de temperatură și presiune.

C. Emisiile de gaze formate în timpul arderii combustibilului pentru avioane contribuie la poluarea atmosferei din jurul aeroporturilor. Conform unui raport din anul 2023, monoxidul de carbon reprezintă 1%, procentaj masic, din emisiile totale de gaze formate în timpul decolării sau aterizării avioanelor.

Un avion comercial emite 1 tonă de gaze într-o oră. Dacă de pe un aeroport decolează și aterizează zilnic 1300 de avioane și durata decolării și aterizării fiecărui avion este de o oră, calculează masa de monoxid de carbon formată în atmosfera din jurul acestui aeroport, timp de o săptămână, având în vedere raportul din anul 2023.

D. În 50,4 g apă se adaugă 16 g de azotat de sodiu, de puritate 85%. Știind că impuritățile nu se dizolvă în apă, calculează masa de oxigen din soluția obținută.

Subiectul al II-lea

20 de puncte

A. Majoritatea afecțiunilor digestive sunt cauzate de excesul de acid de la nivel gastric. Medicamentele antiacide sunt utilizate pentru a reduce aciditatea gastrică și pentru a trata simptome ca arsurile la stomac și indigestia. Un medicament antiacid conține un amestec de carbonat de calciu și de bicarbonat de sodiu. Două comprimate masticabile de medicament antiacid conțin 160 mg de CaCO_3 și 268,8 mg de NaHCO_3 . Calculează raportul dintre numărul ionilor de Ca^{2+} și numărul ionilor de Na^+ dintr-un comprimat masticabil.

B. Silicatul de sodiu, constituentul principal al sticlei, are masa molară 122 g/mol. Acesta conține 37,705% Na, procentaj masic și are raportul de masă Si : O = 7 : 12. Determină formula chimică a silicatlui de sodiu.

C. Un îngrășământ folosit pentru culturile de câmp, legume, fructe, viță de vie, plante ornamentale conține o substanță **X**, alături de alte substanțe. Compoziția procentuală masică a substanței **X** este: 35%N, 5%H și 60%O.

a. Determină formula chimică a substanței **X**.

b. Calculează raportul masic al elementelor în substanța **X**.

c. Pe eticheta unui sac de îngrășământ, de 50 kg, este notat conținutul de azot: 34,5% procente masice. Determină procentajul masic de substanță **X** din îngrășământul respectiv, dacă se consideră că azotul provine numai din substanța **X**.

d. Diferite sortimente de îngrășământ conțin o anumită cantitate de uree, compus cu formula chimică CH_4ON_2 . Calculează masa de substanță **X** care ar asigura același aport de azot unei culturi agricole, ca în situația în care s-ar utiliza pentru fertilizare 375 kg de uree.

Subiectul al III-lea

25 de puncte

A. Într-un vas sunt 283,5 g de soluție saturată de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ la temperatura de 80°C. Soluția se răcește brusc până la 10°C. Coeficientul de solubilitate al azotatului de plumb, la temperatura de 80°C, este 102,5 g/100 g apă, iar la temperatura de 10°C este 45 g/100 g apă.

a. Calculează concentrațiile procentuale masice ale soluțiilor saturate la cele două temperaturi.

b. Determină masa de sare depusă la răcirea soluției de la temperatura de 80°C la temperatura de 10°C.

Informație: Masa de substanță care poate fi dizolvată într-un solvent, depinde în general de temperatura de lucru. Masa de substanță care se dizolvă în 100 g de apă, la o anumită temperatură, pentru a se obține o soluție saturată, reprezintă coeficientul de solubilitate al substanței respective, la acea temperatură.

B. Într-un recipient sunt 300 g soluție S de hidroxid de potasiu. Peste soluția din recipient:

1. se adaugă 20 g de hidroxid de potasiu;

2. se scot 40 g de soluție și se adaugă, din nou, 20 g de hidroxid de potasiu;

3. se adaugă 100 g de apă distilată;

4. se scot 160 g de soluție și se adaugă 160 g de soluție de hidroxid de potasiu de concentrație procentuală masică 5%.

În urma acestor operații se obține o soluție de hidroxid de potasiu de concentrație procentuală masică 18,65%. Determină concentrația procentuală masică a soluției S, din recipient.

Subiectul al IV-lea

20 de puncte

1. Un oxiacid cu formula chimică HClO_x conține 30,47%O, procente masice. Molecula oxiacidului este izoelectronică cu atomul unui element chimic **Y**. Elementul chimic **Y** formează un sulfat **T** care conține 42,1% O, procente masice. Determină formula chimică a oxiacidului și identifică, prin calcul, elementul chimic **Y**.

2. Se dizolvă 91,2 g de sulfat **T** anhidru în apă și se formează 166,8 g cristalohidrat **Z**. Calculează numărul de molecule de apă din cristalohidrat.

3. Se dizolvă 27,8 g de cristalohidrat **Z** în 172,2 g apă. Calculează concentrația procentuală de masă a soluției **S1** obținută.

4. În soluția **S1** se adaugă 50 g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ și se obține soluția **S2**. Calculează compoziția procentuală de masă a soluției finale.

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

Subiecte propuse de:

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

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

prof. Gabriela Micu – Colegiul Național Militar „Al. I. Cuza”, Constanța

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

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18 8A	2	He	4.003	10	Ne	20.18	17	F	19.00	7A	9	17	Cl	35.45	118	Og	(294)		
	13	3A	5	B	10.81	13	Al	26.98	13	3A	5	B	10.81	13	Al	26.98	13	Al	26.98
	14	4A	6	C	12.01	14	Si	28.09	14	4A	6	C	12.01	14	Si	28.09	14	Si	28.09
	15	5A	7	N	14.01	15	P	30.97	15	5A	7	N	14.01	15	P	30.97	15	P	30.97
	16	6A	8	O	16.00	16	S	32.07	16	6A	8	O	16.00	16	S	32.07	16	S	32.07
	17	7A	9	F	19.00	17	Cl	35.45	17	7A	9	F	19.00	17	Cl	35.45	17	Cl	35.45
	30		30	Zn	65.39	30	Zn	65.39	30		30	Zn	65.39	30	Zn	65.39	30	Zn	65.39
	31		31	Ga	69.72	31	Ga	69.72	31		31	Ga	69.72	31	Ga	69.72	31	Ga	69.72
	32		32	Ge	72.61	32	Ge	72.61	32		32	Ge	72.61	32	Ge	72.61	32	Ge	72.61
	33		33	As	74.92	33	As	74.92	33		33	As	74.92	33	As	74.92	33	As	74.92
	34		34	Se	78.97	34	Se	78.97	34		34	Se	78.97	34	Se	78.97	34	Se	78.97
	35		35	Br	79.90	35	Br	79.90	35		35	Br	79.90	35	Br	79.90	35	Br	79.90
	36		36	Kr	83.80	36	Kr	83.80	36		36	Kr	83.80	36	Kr	83.80	36	Kr	83.80
	37		37	Rb	85.47	37	Rb	85.47	37		37	Rb	85.47	37	Rb	85.47	37	Rb	85.47
	38		38	Sr	87.62	38	Sr	87.62	38		38	Sr	87.62	38	Sr	87.62	38	Sr	87.62
	39		39	Y	88.91	39	Y	88.91	39		39	Y	88.91	39	Y	88.91	39	Y	88.91
	40		40	Zr	91.22	40	Zr	91.22	40		40	Zr	91.22	40	Zr	91.22	40	Zr	91.22
	41		41	Nb	92.91	41	Nb	92.91	41		41	Nb	92.91	41	Nb	92.91	41	Nb	92.91
	42		42	Mo	95.95	42	Mo	95.95	42		42	Mo	95.95	42	Mo	95.95	42	Mo	95.95
	43		43	Tc	(98)	43	Tc	(98)	43		43	Tc	(98)	43	Tc	(98)	43	Tc	(98)
	44		44	Ru	101.1	44	Ru	101.1	44		44	Ru	101.1	44	Ru	101.1	44	Ru	101.1
	45		45	Rh	102.9	45	Rh	102.9	45		45	Rh	102.9	45	Rh	102.9	45	Rh	102.9
	46		46	Pd	106.4	46	Pd	106.4	46		46	Pd	106.4	46	Pd	106.4	46	Pd	106.4
	47		47	Ag	107.9	47	Ag	107.9	47		47	Ag	107.9	47	Ag	107.9	47	Ag	107.9
	48		48	Cd	112.4	48	Cd	112.4	48		48	Cd	112.4	48	Cd	112.4	48	Cd	112.4
	49		49	In	114.8	49	In	114.8	49		49	In	114.8	49	In	114.8	49	In	114.8
	50		50	Sn	118.7	50	Sn	118.7	50		50	Sn	118.7	50	Sn	118.7	50	Sn	118.7
	51		51	Sb	121.8	51	Sb	121.8	51		51	Sb	121.8	51	Sb	121.8	51	Sb	121.8
	52		52	Te	127.6	52	Te	127.6	52		52	Te	127.6	52	Te	127.6	52	Te	127.6
	53		53	I	126.9	53	I	126.9	53		53	I	126.9	53	I	126.9	53	I	126.9
	54		54	Xe	131.3	54	Xe	131.3	54		54	Xe	131.3	54	Xe	131.3	54	Xe	131.3
	55		55	Cs	132.9	55	Cs	132.9	55		55	Cs	132.9	55	Cs	132.9	55	Cs	132.9
	56		56	Ba	137.3	56	Ba	137.3	56		56	Ba	137.3	56	Ba	137.3	56	Ba	137.3
	57		57	La	138.9	57	La	138.9	57		57	La	138.9	57	La	138.9	57	La	138.9
	58		58	Ce	140.1	58	Ce	140.1	58		58	Ce	140.1	58	Ce	140.1	58	Ce	140.1
	59		59	Pr	140.9	59	Pr	140.9	59		59	Pr	140.9	59	Pr	140.9	59	Pr	140.9
	60		60	Nd	144.2	60	Nd	144.2	60		60	Nd	144.2	60	Nd	144.2	60	Nd	144.2
	61		61	Pm	(145)	61	Pm	(145)	61		61	Pm	(145)	61	Pm	(145)	61	Pm	(145)
	62		62	Sm	150.4	62	Sm	150.4	62		62	Sm	150.4	62	Sm	150.4	62	Sm	150.4
	63		63	Eu	152.0	63	Eu	152.0	63		63	Eu	152.0	63	Eu	152.0	63	Eu	152.0
	64		64	Gd	157.3	64	Gd	157.3	64		64	Gd	157.3	64	Gd	157.3	64	Gd	157.3
	65		65	Tb	158.9	65	Tb	158.9	65		65	Tb	158.9	65	Tb	158.9	65	Tb	158.9
	66		66	Dy	162.5	66	Dy	162.5	66		66	Dy	162.5	66	Dy	162.5	66	Dy	162.5
	67		67	Ho	164.9	67	Ho	164.9	67		67	Ho	164.9	67	Ho	164.9	67	Ho	164.9
	68		68	Er	167.3	68	Er	167.3	68		68	Er	167.3	68	Er	167.3	68	Er	167.3
	69		69	Tm	168.9	69	Tm	168.9	69		69	Tm	168.9	69	Tm	168.9	69	Tm	168.9
	70		70	Yb	173.0	70	Yb	173.0	70		70	Yb	173.0	70	Yb	173.0	70	Yb	173.0
	71		71	Lu	175.0	71	Lu	175.0	71		71	Lu	175.0	71	Lu	175.0	71	Lu	175.0
	72		72	Hf	178.5	72	Hf	178.5	72		72	Hf	178.5	72	Hf	178.5	72	Hf	178.5
	73		73	Ta	180.9	73	Ta	180.9	73		73	Ta	180.9	73	Ta	180.9	73	Ta	180.9
	74		74	W	183.8	74	W	183.8	74		74	W	183.8	74	W	183.8	74	W	183.8
	75		75	Re	186.2	75	Re	186.2	75		75	Re	186.2	75	Re	186.2	75	Re	186.2
	76		76	Os	190.2	76	Os	190.2	76		76	Os	190.2	76	Os	190.2	76	Os	190.2
	77		77	Ir	192.2	77	Ir	192.2	77		77	Ir	192.2	77	Ir	192.2	77	Ir	192.2
	78		78	Pt	195.1	78	Pt	195.1	78		78	Pt	195.1	78	Pt	195.1	78	Pt	195.1
	79		79	Au	197.0	79	Au	197.0	79		79	Au	197.0	79	Au	197.0	79	Au	197.0
	80		80	Hg	200.6	80	Hg	200.6	80		80	Hg	200.6	80	Hg	200.6	80	Hg	200.6
	81		81	Tl	204.4	81	Tl	204.4	81		81	Tl	204.4	81	Tl	204.4	81	Tl	204.4
	82		82	Pb	207.2	82	Pb	207.2	82		82	Pb	207.2	82	Pb	207.2	82	Pb	207.2
	83		83	Bi	209.0	83	Bi	209.0	83		83	Bi	209.0	83	Bi	209.0	83	Bi	209.0
	84		84	Po	(209)	84	Po	(209)	84		84	Po	(209)	84	Po	(209)	84	Po	(209)
	85		85	At	(210)	85	At	(210)	85		85	At	(210)	85	At	(210)	85	At	(210)
	86		86	Rn	(222)	86	Rn	(222)	86		86	Rn	(222)	86	Rn	(222)	86	Rn	(222)
	87		87	Fr	(223)	87	Fr	(223)	87		87	Fr	(223)	87	Fr	(223)	87	Fr	(223)
	88		88	Ra	(226)	88	Ra	(226)	88		88	Ra	(226)	88	Ra	(226)	88	Ra	(226)
	89		89	Ac	(227)	89	Ac	(227)	89		89	Ac	(227)	89	Ac	(227)	89	Ac	(227)
	90		90	Th	232.0	90	Th	232.0	90		90	Th	232.0	90	Th	232.0	90	Th	232.0
	91		91	Pa	231.0	91	Pa	231.0	91		91	Pa	231.0	91	Pa	231.0	91	Pa	231.0
	92		92	U	238.0	92	U	238.0	92		92	U	238.0	92	U	238.0	92	U	238.0
	93		93	Np	(237)	93	Np	(237)	93		93	Np	(237)	93	Np	(237)	93	Np	(237)
	94		94	Pu	(244)	94	Pu	(244)	94		94	Pu	(244)	94	Pu	(244)	94	Pu	(244)
	95		95	Am	(243)	95	Am	(243)	95		95	Am	(243)	95	Am	(243)	95	Am	(243)
	96		96	Cm	(247)	96	Cm	(247)	96		96	Cm	(247)	96	Cm	(247)	96	Cm	(247)
	97		97	Bk	(247)	97	Bk	(247)	97		97	Bk	(247)						

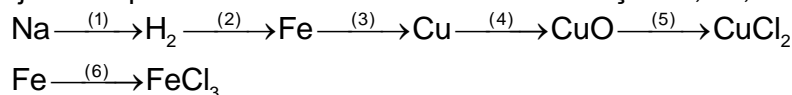
OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
21 martie 2025
Clasa a VIII-a

- 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.

Subiectul I

30 de puncte

1. În schema dată mai jos sunt prezentate 6 transformări a 5 substanțe: Na, H₂, Fe, Cu, CuO.



Alege reacții potrivite pentru realizarea transformărilor 1-6 din schema dată și scrie ecuațiile reacțiilor corespunzătoare celor 6 transformări.

2. Bariul, metal alb argintiu, se găsește în natură în minereuri de baritină ce conțin sulfat de bariu sau în minereuri de witerit care conțin carbonat de bariu. Bariul se poate obține prin reducerea oxidului de bariu cu aluminiu la 1200°C, în vid (**reacția 1**).

Oxidul de bariu se poate obține prin calcinarea la 1400°C a carbonatului de bariu (**reacția 2**) sau prin descompunerea termică a azotatului de bariu (**reacția 3**). Oxidul de bariu este o pulbere albă, care se combină cu apa cu degajare de căldură (**reacția 4**). Dacă peste oxidul de bariu se trece un curent de aer uscat, care nu conține dioxid de carbon, la 500-600°C și 2 atm, se obține o pulbere albă de peroxid de bariu, insolubilă în apă sau alcool (**reacția 5**).

a. Scrie ecuațiile reacțiilor 1-5 prezentate în text.

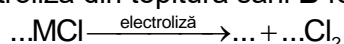
b. Notează tipul fiecărei reacții, precizând și tipul de reacție în funcție de schimbul de căldură cu mediul exterior.

3. Se trece clor, la temperatură ridicată, peste un amestec ce conține grafit și oxidul **A** al unui metal monovalent cu 53,3% oxigen. Ecuația reacției care are loc este:



B este sarea metalului monovalent **M**, iar **E** este gazul toxic care formează cu hemoglobina din sânge un compus stabil.

Metalul **M** se obține prin electroliză din topitura sării **B** formată în reacția (1), conform ecuației:



Se consideră că reacții se consumă integral.

a. Determină formula chimică a oxidului metalului monovalent.

b. Scrie ecuațiile reacțiilor (1) și (2).

c. Calculează masa de metal pur obținută, dacă se introduc 70,59 kg de oxid metalic **A**, de puritate 85% în procesul (1).

Subiectul al II-lea

20 de puncte

1. Un amestec conține iod, iodură de potasiu și impurități (proba **A**). Proba **A** are masa 12 g, iar impuritățile sunt insolubile în apă, inerte chimic și termic. Proba **A** se încălzește la 115 °C, până la o masă constantă de 9,46 g (proba **B**).

Peste proba **B** se adaugă 491,7 g de apă distilată și se obține o soluție **C** de concentrație procentuală masică 1,66%.

a. Determină masa de iod din proba **A**.

b. Calculează volumul de clor, măsurat în condiții normale de temperatură și de presiune, necesar pentru a reacționa stoechiometric cu dizolvatul din soluția **C**.

2. Un amestec conține 15,6 g de peroxid de sodiu și 34 g de azotat de sodiu. Amestecul este încălzit într-un recipient, până la descompunerea a 75% din fiecare component.

a. Scrie ecuațiile reacțiilor care au loc.

b. Calculează numărul de molecule de oxigen care se formează în procesul de descompunere.

c. Calculează compoziția procentuală masică a amestecului solid rezultat.

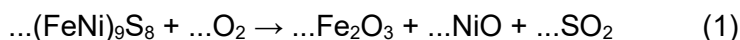
Subiectul al III-lea

25 de puncte

Pentlandita $(\text{FeNi})_9\text{S}_8$ este principala sursă de nichel la nivel mondial și se găsește frecvent în roci magmatice împreună cu alte minerale, precum pirita și calcopirita.

Într-un proces tehnologic se extrage nichel dintr-un minereu ce conține 60% pentlandită, restul silicați (inactivi chimic, care se elimină sub formă de zgură). Minereul este procesat în mai multe etape, astfel:

- „prăjirea” oxidantă în aer a minereului, cu randament de 85%, conform ecuației reacției chimice:



- trecerea unui curent de monoxid de carbon peste amestecul obținut după prăjire, când oxizii metalici reacționează cu monoxidul de carbon, cu randamente de 80%;
- topirea cu sulf a noului amestec obținut, pentru îndepărtarea fierului, sulfura de fier formată regăsindu-se în zgura finală;
- purificarea nichelului, când se obține nichel de puritate 99,9%, randamentul acestei etape fiind de 92%.

Știind că se procesează 4303,333 kg de minereu, se cere:

a. Determină masa de pentlandită pură din minereu.

b. Stabilește coeficienții stoechiometrici ai ecuației chimice (1).

c. Calculează masa totală a oxizilor de nichel și de fier obținută după „prăjirea” oxidantă.

d. Determină masa totală de metale obținută după reacțiile cu monoxidul de carbon și scrie ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.

e. Calculează masa de nichel metalic de puritate 99,9%, separată după procesele de topire cu sulf și purificare.

f. Scrie ecuațiile reacțiilor prin care se poate obține acidul sulfuric din dioxid de sulf. Dacă doar 70% (procente masice) din dioxidul de sulf este captat, calculează masa soluției de acid sulfuric, de concentrație 98%, care se poate obține din dioxidul de sulf captat.

Subiectul al IV-lea

25 de puncte

Pietrele prețioase au fost folosite încă din antichitate pentru confecționarea bijuteriilor.

Diamantul a fost și este una dintre cele mai apreciate pietre prețioase datorită transparenței și strălucirii sale. Au existat, începând cu sfârșitul secolului al XIX-lea, nenumărate încercări de obținere a diamantelor de sinteză sau a altor pietre cu proprietăți asemănătoare diamantelor naturale, dar cu prețuri mai mici.

O astfel de piatră sintetică este un oxid metalic care se obține prin încălzirea metalului în oxigen sau prin încălzirea clorurii metalului cu vapori de apă, cu formare de oxiclaură a metalului conform ecuației:



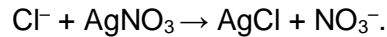
Oxiclorura metalului se dizolvă în soluții de acid clorhidric. Solubilitatea oxiclorurii în soluții de acid clorhidric de diferite concentrații este dată în tabel:

Concentrația HCl (în g/L)	7,20	53,6	136	212	232	318	370	399	432
Concentrația MOCl_{x-2} (în g/L)	314,0	234,0	91,22	17,19	11,33	5,970	9,840	22,50	36,66

După solubilizarea în soluție apoasă de acid clorhidric, soluția obținută se evaporă și rezultă cristale care sunt oxidul metalului M.

Datele experimentale au arătat inițial că MOCl_{x-2} este o oxiclură octahidratată ($\text{MOCl}_{x-2} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$). Ulterior, s-a pus în evidență că oxiclura octahidratată este un compus tetrameric cu formula chimică $[\text{M}_4(\text{OH})_8(\text{H}_2\text{O})_{16}]\text{Cl}_8 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, care conține 28,31% M.

- Stabilește, prin calcul, formula oxiclurii metalului M.
- Folosind tabelul, notează valoarea concentrației soluției de acid clorhidric, la care oxiclura MOCl_{x-2} are solubilitatea minimă.
- Calculează concentrația procentuală de masă a soluției de acid clorhidric pentru care MOCl_{x-2} are solubilitate minimă, știind că densitatea soluției de acid clorhidric este $1,515 \text{ g/cm}^3$.
- Ionii Cl^- reacționează cu azotatul de argint în soluție apoasă și formează clorura de argint, un precipitat alb, conform ecuației reacției:



Calculează masa de clorură de argint care se formează la tratarea a 10 mL de soluție obținută la solubilizarea maximă a MOCl_{x-2} în soluție de HCl cu soluție de azotat de argint.

- volumul molar: $V_M = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

- $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Subiecte elaborate de:

prof.dr. Daniela Bogdan – Colegiul Național „Sfântul Sava”, București

prof. Belamiea Ichim – Școala Gimnazială ”Bogdan Vodă” Câmpulung Moldovenesc

prof. dr. Carmen Argeșanu - Colegiul Național „Nichita Stănescu”, Ploiești

prof. Mandric Tatiana, Școala Gimnazială Nr.1, Ciolpani, Ilfov

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
21 martie 2025
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.**

Subiectul I **(25 de puncte)**

A.....**(10 puncte)**

Un oligoelement este un element chimic care intervine în cantități infime în metabolismul organismului uman.

O cantitate de 0,5 mol de atomi ai unui oligoelement X conține $21,077 \cdot 10^{23}$ electroni în orbitali **s**, $36,132 \cdot 10^{23}$ electroni în orbitali **p** și $15,055 \cdot 10^{23}$ electroni în orbitali **d**.

- a. Scrieți configurația electronică a elementului X și notați simbolul chimic al acestuia.
- b. Notați configurația electronică a ionilor X^{3+} .
- c. Determinați numărul de electroni necuplați din 156 g de element X.
- d. Determinați numărul de oxidare (N.O.) al elementului X în fiecare dintre compușii: X_2O_3 , XCl_3 , XBr_2 , XO_2F_2 , XO_3 , $K_2X_2O_7$.

B.....**(15 puncte)**

Se consideră elementele chimice: germaniul, sulful, bariul, clorul, calciul și arsenul.

1. Notați simbolul chimic pentru:
 - a. elementul cu caracterul metalic cel mai pronunțat;
 - b. elementul cu electronegativitatea cea mai mare;
 - c. metalul cu cea mai mare energie de ionizare primară;
 - d. nemetalul cu raza atomică cea mai mare.
2. Variația caracterului metalic și nemetalic al elementelor chimice este însoțită și de variația altor proprietăți, cum ar fi caracterul acido-bazic al oxizilor acestora. Notați caracterul acido-bazic al oxizilor GeO_2 , SO_3 , BaO , Cl_2O_7 , CaO , As_4O_{10} și scrieți ecuația/ecuațiile unor reacții care să justifice alegerea făcută.

Subiectul al II-lea **(25 de puncte)**

A.....**(12 puncte)**

În general, în laboratorul de chimie, activitățile experimentale demonstrează producerea reacțiilor chimice. În scrierea ecuațiilor reacțiilor se pot preciza stările de agregare ale substanțelor sau faptul că se utilizează sub formă de soluție, ca în exemplele următoare: $H_2O(l)$ - apă în stare lichidă, $CuSO_4(aq)$ - soluție de sulfat de cupru, $Cu_2S(s)$ - precipitat de sulfură de cupru(l), $N_2(g)$ - azot în stare gazoasă.

Într-un laborator se realizează următoarele experimente:

EXPERIMENT 1. Titrarea unei soluții de bază tare cu soluție de acid tare

Titration acid-bazică este o metodă experimentală de adăugare treptată a unui reactiv de concentrație cunoscută (titrant) cu ajutorul biuretei la un volum măsurat dintr-o probă de analizat, de concentrație necunoscută, până la punctul de echivalență (neutralizare completă), în prezența unui indicator.

Într-un balon cotat de 500 mL se introduc 2160 mg de hidroxid de sodiu și se completează până la semn cu apă distilată. Cu ajutorul unei pipete un elev extrage o probă de 5 mL de soluție preparată. Proba o transferă într-un pahar Erlenmeyer, o diluează cu 10 mL apă distilată și adaugă 2-3 picături de metilorange. Realizează operația de titrare de trei ori, media volumelor de soluție de acid clorhidric 0,1M utilizat de elev este 5,5 mL.

- a. Scrieți ecuația reacției care a avut loc, precizând stările de agregare ale substanțelor sau faptul că se utilizează sub formă de soluție.
- b. Precizați modificările de culoare observate de elev și explicați prin efectuarea calculelor stoichiometrice.

EXPERIMENT 2. Identificarea ionului clorură

Într-o eprubetă se introduc 2-3 mL de soluție de clorură de sodiu peste care se adaugă 1 - 2 mL soluție de azotat de argint. Amestecul rezultat se distribuie în două eprubete (1 și 2). Eprubeta 1 se expune la lumină. În eprubeta 2 se adaugă soluție de amoniac și se agită.

- Scrieți ecuațiile reacțiilor care au avut loc, precizând stările de agregare ale substanțelor sau faptul că se utilizează sub formă de soluție.
- Notați modificările de culoare observate în timpul experimentului.

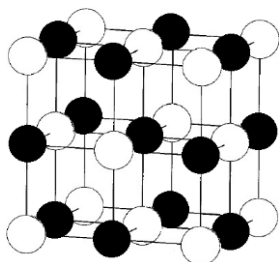
EXPERIMENT 3. La biliard cu sodiul

În laborator, sodiul se păstrează sub petrol în sticle brune. Cu ajutorul unei pensete, profesorul scoate o probă de sodiu, taie o bucată mică cu un cuțit și o curăță cu ajutorul hârtiei de filtru. Elevii observă suprafața în tăietură proaspătă care își pierde luciul metalic în contact cu aerul. Într-un cristalizor ce conține 20-30 mL de apă distilată se adaugă bucata de sodiu. Bucata de sodiu „aleargă” pe suprafața apei ca o „bilă de biliard”. Gazul care se degajă se aprinde cu flacăra unui chibrit. La final se adaugă în cristalizor câteva picături de fenolftaleină.

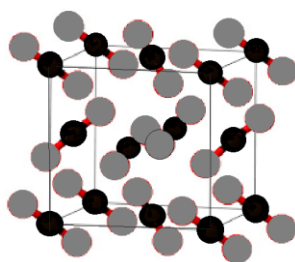
- Scrieți ecuațiile reacțiilor care au avut loc precizând, stările de agregare ale substanțelor sau faptul că se utilizează sub formă de soluție.
- Notați modificările de culoare observate și argumentați.

B.....(13 puncte)

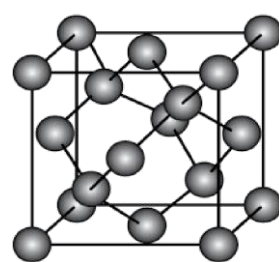
Substanțele cristalizează în diferite rețele cristaline. În imagini sunt reprezentate rețelele cristaline ale fluorurii de calciu, dioxidului de carbon, apei, clorurii de sodiu, bromului, clorurii de potasiu și diamantului, notate aleator cu literele M, N, O, P, R, S, T.



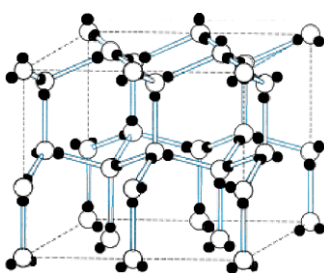
M



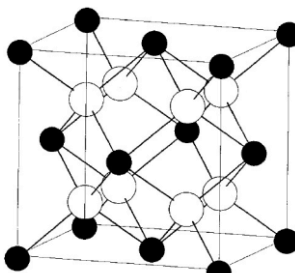
N



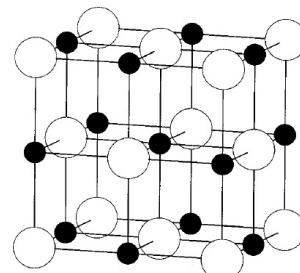
O



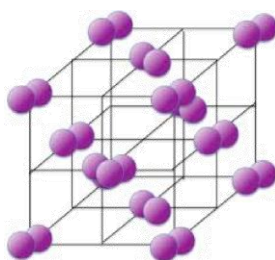
P



R



S



T

- Asociați literele M, N, O, P, R, S, T, formulelor chimice corespunzătoare substanțelor precizate, având în vedere rețeaua cristalină.
- Notați un argument care să justifice modul în care ați deosebit rețeaua clorurii de sodiu de rețeaua clorurii de potasiu.
- Argumentați alegerea corespondenței dintre formula chimică și litera asociată rețelei pentru fluorura de calciu, având în vedere structura celulei elementare.
- Notați tipul de rețea cristalină pentru fiecare substanță, având în vedere natura particulelor din nodurile rețelei.
- Notați tipul legăturilor chimice din substanțele identificate cu M, O, P și T.
- Scrieți tipul de interacțiuni realizate între speciile chimice din rețelele notate cu N, P, S și T.
- Scrieți formulele chimice ale substanțelor M, N, O, P, R, S, T în ordinea crescătoare a punctului de topire.
- Modelați formarea legăturii chimice pentru substanțele notate cu N și R, folosind simbolurile elementelor chimice și puncte pentru reprezentarea electronilor.
- Într-un pahar Berzelius, în condiții standard, se introduc 100 g de substanță P și 3 g de substanță M. Precizați tipul amestecului obținut și natura interacțiilor care se stabilesc între particulele din amestec.

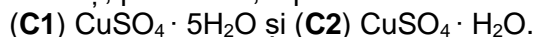
Subiectul al III-lea **(20 de puncte)**

A.....(12 puncte)

Cristalohidrații sulfatului de cupru(II) pot fi găsiți în natură sub forma mai multor minerale: calcocianit, calcantit, boothit, bonatit. Calcantitul, numit și vitriol albastru, este cel mai răspândit și se folosește pentru prepararea unor soluții fungicide utilizate în agricultură încă din antichitate.

O probă de 6,25 g dintr-un cristalohidrat (**C1**) al sulfatului de cupru (II) este supusă încălzirii la 85°C, cu randament de 80%. Se formează 4,81 g de amestec ce conține și un alt cristalohidrat (**C2**) al sulfatului de cupru(II). Amestecul este supus încălzirii la 220°C și formează 4 g de pulbere anhidră cu randament de 100%.

- Demonstrați, prin calcul, faptul că formulele chimice ale celor doi cristalohidrați sunt:



Se prepară soluția **S1** prin dizolvarea în apă a 6,25 g din cristalohidratul (**C1**) și soluția **S2** prin dizolvarea hidroxidului de sodiu în apă. Se amestecă mase egale de soluție **S1** și soluție **S2**, iar amestecul rezultat se filtrează. Filtratul incolor conține 25% sare și 10% bază, procente masice.

- Calculați concentrațiile procentuale masice ale soluțiilor **S1** și **S2**.

B.....(8 puncte)

Oleumul este un amestec de acid sulfuric și trioxid de sulf utilizat în industria petrolieră sau ca agent deshidratant.

O soluție (**S1**) de acid sulfuric de concentrație procentuală masică 80% se amestecă cu m g de oleum cu 20% trioxid de sulf (procente masice). Se obțin 50 g de soluție (**S2**) de acid sulfuric de concentrație procentuală masică 98%. Determinați masa de oleum m și masa soluției de acid sulfuric (**S1**).

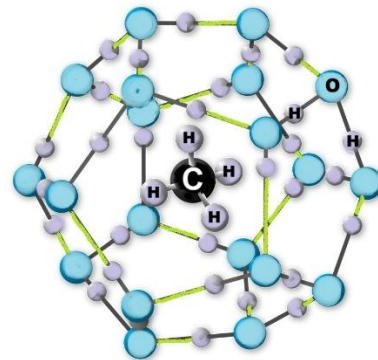
Subiectul al IV-lea **30 de puncte**

A.....(16 puncte)

Lacul Baikal din Siberia este cel mai mare lac cu apă dulce din lume. În apele reci ale acestui lac se găsesc rezerve importante de gaz metan. Gazul metan are un efect de seră de 30-40 de ori mai pronunțat decât dioxidul de carbon. Apa este capabilă de a forma structuri de tip "cușcă" numite **clatrați**, compuși moleculari solizi care au incluse în rețeaua cristalină a apei molecule mici ale altor substanțe, cum ar fi metanul. În apa rece de la adâncime a acestui lac se găsesc clatrați cu formula chimică $(\text{CH}_4)_x(\text{H}_2\text{O})_y$ numiți hidrați de metan.

Se estimează că rezervele de gaz metan din apa lacului sunt de $6,6 \cdot 10^{11}$ kg.

- Dacă 60% din cantitatea de metan din lac ar scăpa în atmosferă, determinați volumul pe care l-ar ocupa, la temperatura de -19 °C și presiunea 1 atm.



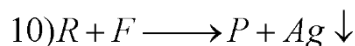
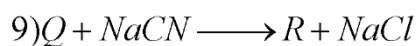
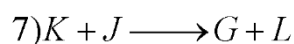
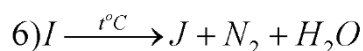
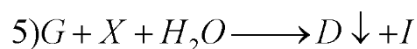
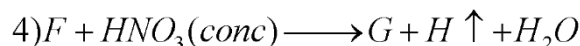
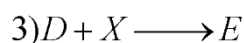
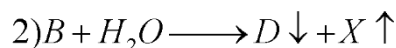
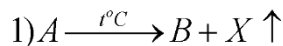
2. Pentru determinarea formulei chimice a unui clatrat cu masa molară 2832 g/mol, se arde, într-un recipient închis, o masă m g de hidrat de metan cu cantitatea stoechiometrică de aer, cu 20% oxigen (procente volumetrice). Se obține un amestec gazos cu densitatea 1,369 g/L la 2 atm și 161°C. Amestecul gazos rezultat se răcește la 27°C, când condensează 115,92 g de apă.

a. Determinați formula chimică a clatratului analizat.

b. Calculați masa m de clatrat care s-a ars.

B.....(14 puncte)

Se consideră schema de reacții:



Despre substanțele din schemă, se cunosc următoarele:

- atomul elementului **F** conține 4 orbitali **s**, 6 orbitali **p**, 5 orbitali **d** complet ocupați cu electroni, restul orbitalilor fiind vacanți;
- compusul binar **B** are raportul atomic 3 : 2;
- substanța **J** este dimerul substanței **H**;
- compusul ternar **L** este gaz în condiții standard și are în moleculă 32 de electroni.

Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice din schemă.

- constanta universală a gazelor:

$$R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

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

- volumul molar = 22,4 L·mol⁻¹ (c.n.)

Subiecte propuse de:

prof. Bud Ionel, Colegiul Național „Vasile Lucaciu”, Baia Mare

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

prof. Mitrescu Elena, Colegiul Național Pedagogic „Constantin Cantacuzino”, Târgoviște

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

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
21 martie 2025
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.

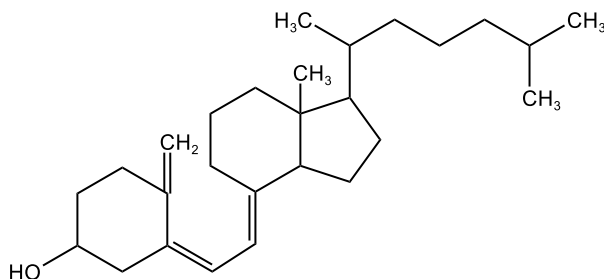
Subiectul I

30 de puncte

A.10 puncte

Vitamina D₃ se găsește în alimente precum pește, ficat de vită sau ouă. De asemenea, poate fi produsă în organism în urma expunerii la radiațiile solare. Principalul rol al acestei vitamine este menținerea unei structuri osoase sănătoase.

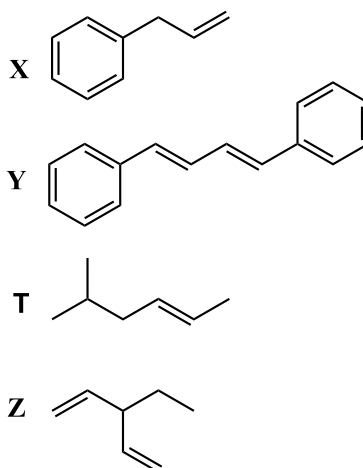
Formula de structură a vitaminei D₃ este redată mai jos:



- Notați formula moleculară a vitaminei D₃.
- Scrieți raportul C_{primar} : C_{secundar} : C_{terțiar} : C_{cuaternar} din molecula vitaminei D₃.
- Notați formula de structură a compusului organic cu cei mai mulți atomi de carbon, obținut la oxidarea vitaminei D₃ cu soluție acidă de permanganat de potasiu.
- Calculați masa de carbon dintr-o probă de 192 g de vitamina D₃.

B.10 puncte

Se consideră formulele de structură ale unor hidrocarburi:



- Scrieți denumirile științifice (I.U.P.A.C.) pentru hidrocarburile notate cu literele **X**, **Y**, **T**, **Z**.
- Notați litera/literele corespunzătoare hidrocarburilor care prezintă izomerie geometrică și scrieți formulele de structură ale izomerilor geometrici corespunzători.

C.10 puncte

Scrieți formulele de structură pentru compuşii:

- 3-etil-5,7-dimetil-5-propiloct-3-enă;
- 1-(4-bromofenil)-2-(4-nitrofenil)etan;
- 3-ciclopentil-2,4-dimetilpentan;
- 9,10-dihidrofenantren;
- 1,1'-dinaftil.

Subiectul al II-lea

25 de puncte

A. 15 puncte

O probă de 0,5 mol hidrocarbură cu catena aciclică liniară (**H**), se supune combustiei. Amestecul gazos rezultat este trecut succesiv prin două vase, unul cu soluție de acid sulfuric, iar celălalt cu lapte de var. La final se constată o creștere a maselor celor două vase cu 54 g, respectiv cu 110 g.

- Determinați formula moleculară a hidrocarburii (**H**), scrieți formula de structură și denumirea științifică (I.U.P.A.C.) a acesteia.
- Scrieți formulele de structură ale izomerilor hidrocarburii (**H**) și notați denumirea științifică (I.U.P.A.C.) a acestora.
- Aranjați în ordinea crescătoare a punctelor de fierbere toate hidrocarburile izomere cu formula moleculară determinată, utilizând formule de structură.
- Prin reacția bromului cu un izomer al hidrocarburii (**H**) s-a obținut un produs bromurat, cu masa molară de 2,0972 ori mai mare față de masa molară a hidrocarburii (**H**). Determinați formula moleculară a compusului bromurat și scrieți formula de structură a acestuia știind că din reacție se obține un singur produs organic.

B. 10 puncte

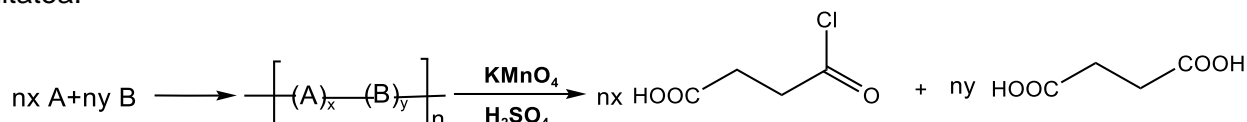
1. *Procesul de polimerizare face posibilă producerea unor materiale cu însușiri surprinzătoare, capabile să înlocuiască cu succes lemnul, mătasea, bumbacul, pielea sau blănurile.*

Din 67,2 m³ de acetilenă, măsurați în condiții normale de temperatură și de presiune, de puritate 80%, se obține monomerul utilizat la fabricarea PVC-ului. Monomerul obținut se supune polimerizării. Randamentul reacției de obținere a monomerului din acetilenă este de 75%, iar al reacției de polimerizare de 90%.

- Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice care au loc utilizând formule de structură pentru compușii organici.
- Calculați masa de polimer obținută.

2. *Reacția de copolimerizare este utilizată la obținerea cauciucurilor.*

Scrieți formulele de structură și notați denumirile științifice (I.U.P.A.C.) ale monomerilor **A** și **B** din schema de reacții de mai jos, știind că raportul molar al monomerilor în copolimer este egal cu unitatea:

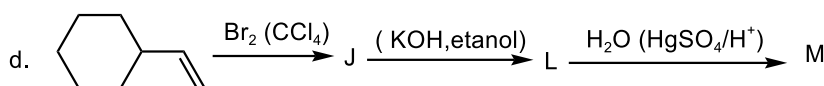
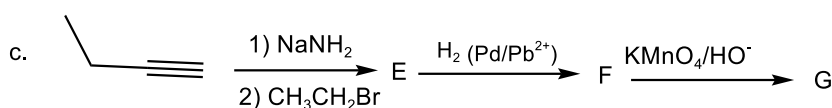
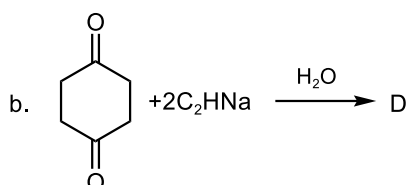
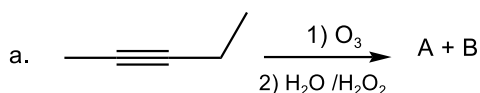


Subiectul al III-lea

20 de puncte

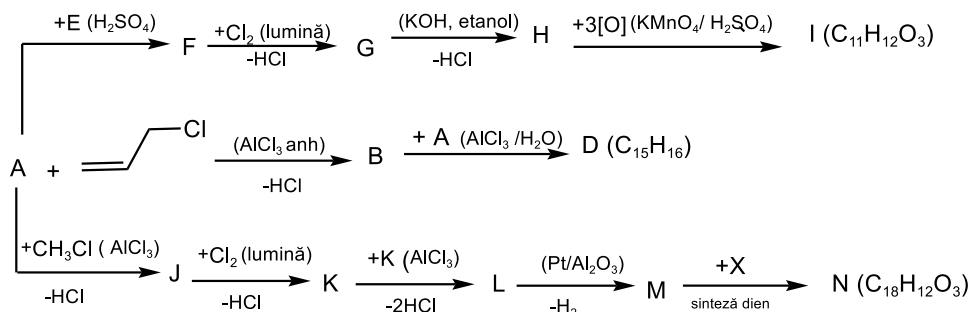
A. 9 puncte

Scrieți formulele de structură pentru compușii organici notați cu literele **A, B, D, E, F, G, J, L, M**:



B..... **11 puncte**

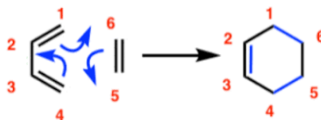
Se consideră schema de reacții:



Scrieți formulele de structură pentru compuşii organici notați cu literele **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **I**, **J**, **K**, **L**, **M**, **N** și **X**, știind că:

- compusul **X** se obține la oxidarea substanței organice **A** cu oxigenul în prezență de pentaoxid de vanadiu, la temperatură ridicată;
- compusul **E** este o cicloalchenă.

Indicație: Sintezele dien (reacții de cicloadiție [4+2]) sunt reacțiile dintre un sistem dienic conjugat, care reprezintă componenta dienică, și un sistem alchenic (de obicei substituit cu grupe atrăgătoare de electroni), numit filodienă (sau dienofilă). Produșii de reacție, cu structură ciclohexenică, poartă numele de aducți. Schema generală a reacției unei sinteze dien este următoarea:



În termenul de cicloadiție [4+2], 4 se referă la cei patru electroni π cu care diena participă la reacție, iar 2 la electronii π ai filodienei.

Subiectul al IV-lea

25 de puncte

A..... **13 puncte**

La descompunerea termică a propanului se obține un amestec gazos. Prin barbotarea amestecului, la 25°C, într-o soluție de acid sulfuric de concentrație 85% se constată o scădere a volumului gazelor cu 18,181%. Amestecul gazos rămas este trecut printr-o soluție de acid sulfuric de concentrație 98% și se constată o nouă scădere de volum de 22,222%. Determinați procentul volumetric de propan rămas netransformat.

B..... **12 puncte**

Un amestec (**A**) de hidrocarburi care conține un alcan, o alchenă și o alchină, se hidrogenează în prezență de nichel. Se formează un amestec echimolar (**B**) care conține două hidrocarburi. Dacă amestecul (**A**) se hidrogenează în prezență de paladiu otrăvit cu săruri de plumb, se obține un amestec (**C**), care conține, de asemenea, două hidrocarburi. Știind că amestecul (**C**) are densitatea în condiții normale 0,9821 g/L, determinați formulele moleculare ale celor trei hidrocarburi din amestecul (**A**).

Volumul molar (condiții normale): $V = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

Subiecte propuse de:

prof. Lavinia Mureșan, Colegiul Național "Gheorghe Șincai" din Cluj-Napoca, județul Cluj

prof. Sorina Diana Fulea, Colegiul Național "Titu Maiorescu" din Aiud, județul Alba

prof. Pamfalia Dumitrașcu, Colegiul Național "Alexandru Ioan Cuza" din Galați, județul Galați

prof. Mariana Dejanu, Liceul Teoretic "Ion Mihalache" din Topoloveni, județul Argeș

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

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

1 1A	1 H 1.008											18 8A				
	2 He 4.003											2				
3	3 Li 6.941											17 7A				
	4 Be 9.012											9 F 19.00				
11	11 Na 22.99											16 6A				
	12 Mg 24.31											8 O 16.00				
19	19 K 39.10	3 3B	4 4B	5 5B	6 6B	7 7B	8 8B	9 8B	10 8B	11 1B	12 2B	13 3A	14 4A	15 5A	16 6A	17 7A
	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.39	31 Ga 69.72	32 Ge 72.61	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90
37	37 Rb 85.47	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.95	43 Tc (98)	44 Ru 101.1	45 Rh 102.9	46 Pd 106.4	47 Ag 107.9	48 Cd 112.4	49 In 114.8	50 Sn 118.7	51 Sb 121.8	52 Te 127.6	53 I 126.9
	55 Cs 132.9	57 La 138.9	72 Hf 178.5	73 Ta 180.9	74 W 183.8	75 Re 186.2	76 Os 190.2	77 Ir 192.2	78 Pt 195.1	79 Au 197.0	80 Hg 200.6	81 Tl 204.4	82 Pb 207.2	83 Bi 209.0	84 Po (209)	85 At (210)
87	87 Fr (223)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (289)	116 Lv (293)	117 Ts (294)
	88 Ra (226)	89 Ac (227)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (263)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (266)	110 Ds (281)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 Nh (286)	114 Fl (289)	115 Mc (289)	116 Lv (293)	117 Ts (294)
58	58 Ce 140.1	59 Pr 140.9	60 Nd 144.2	61 Pm (145)	62 Sm 150.4	63 Eu 152.0	64 Gd 157.3	65 Tb 158.9	66 Dy 162.5	67 Ho 164.9	68 Er 167.3	69 Tm 168.9	70 Yb 173.0	71 Lu 175.0	103 Lr (262)	
90	90 Th 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 (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (262)		

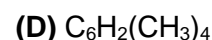
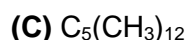
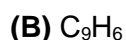
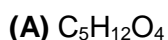
OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
21 martie 2025
Clasa a XI-a

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul Periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte și informațiile prezentate la subiectele respective.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

Subiectul I **28 de puncte**

Subiectul A.**21 de puncte**

I. Se consideră compușii organici ale căror formule moleculare sunt:



- a. Scrieți formulele de structură ale izomerilor (**A₁**) și (**A₂**) ai compusului (**A**), știind că:
- (**A₁**) nu reacționează cu CH_3COCl și are număr maxim de grupe metil;
- (**A₂**) reacționează cu CH_3COCl în raport molar 1 : 4 și prezintă trei izomeri de configurație.
- b. Scrieți formula de structură a compusului (**B**), știind că are catenă simetrică și raportul atomic $C_{\text{terțiar}} : C_{\text{cuaternar}} = 2 : 1$, iar la tratarea acestuia cu reactiv Tollens, în exces, creșterea de masă este de 281,5789%.
- c. Scrieți formulele de structură ale izomerilor (**C₁**) și (**C₂**) ai compusului (**C**), știind că:
- (**C₁**) are trei radicali monovalenți;
- (**C₂**) formează prin clorurare fotochimică trei compuși diclorurați, izomeri de constituție.
- d. Scrieți formula de structură a compusului (**D**) știind că la clorurare catalitică, dar și la clorurare fotochimică, formează un singur compus monoclorurat.

II. Se consideră compușii organici ale căror denumiri sunt:

(E) 3-bromo-5-nitro-2-nonen-8-in-4-onă

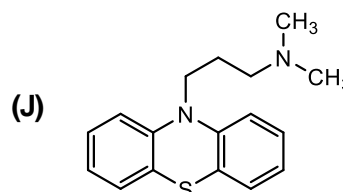
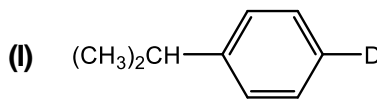
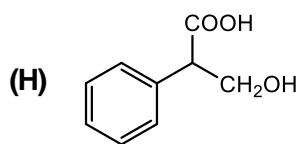
(F) acid 2-bromo-3-(ciclobut-2-en-1-il)-4-metil-3-hexenoic

(G) (2R, 3E)-2-hidroxi-3-pentenă.

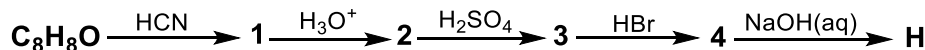
e. Scrieți formulele de structură ale substanțelor notate cu literele (**E**), (**F**) și (**G**).

f. Notați numărul de stereozomeri ai substanței (**F**).

III. Se consideră compușii organici ale căror formule de structură sunt:



g. Compusul (**H**) a fost sintetizat prin următoarea secvență de reacții:

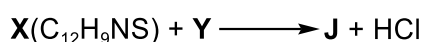


Scrieți formulele de structură ale substanțelor notate cu cifrele (**1**), (**2**), (**3**) și (**4**).

h. Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care se poate sintetiza substanța monodeuterată (**I**), în cel mult patru etape, pornind de la C_6H_6 .

i. Notați numărul electronilor neparticipanți la legăturile chimice din molecula compusului (**J**).

j. Compusul (**J**) se poate sintetiza conform reacției a cărei ecuație este:

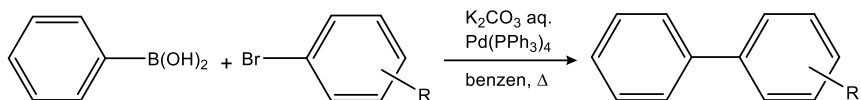


Scrieți formulele de structură ale compușilor (X) și (Y).

Subiectul B.7 puncte

Cuplarea Suzuki

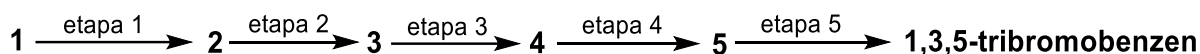
Cuplarea încrucișată catalizată de paladiu între acizi organoboronici și halogenuri.



1,3,5-tribromobenzenul este un precursor al moleculelor simetrice. Acesta suferă o reacție Suzuki cu trei echivalenți de acid 4-formilfenilboronic cu formarea compusului (Q) folosit în domeniul separării cromatografice.

1. Scrieți formula de structură a compusului (Q).

2. Hidrocarbura (1) poate fi transformată în 1,3,5-tribromobenzen în cinci etape de reacție și patru compuși intermediari.



Selectați reactivul adecvat din lista de mai jos pentru fiecare etapă din această sinteză.

Br₂, R₂O₂; CH₃Cl, AlCl₃; CH₃COCl, AlCl₃; NaNO₂, HCl; HNO₃, H₂SO₄; H₃PO₂, H₂O; KMnO₄, H₂SO₄; Sn, HCl; Br₂, H₂O

3. Scrieți ecuația reacției din etapa 4.

Subiectul al II-lea

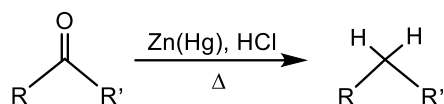
26 de puncte

Subiectul A.11 puncte

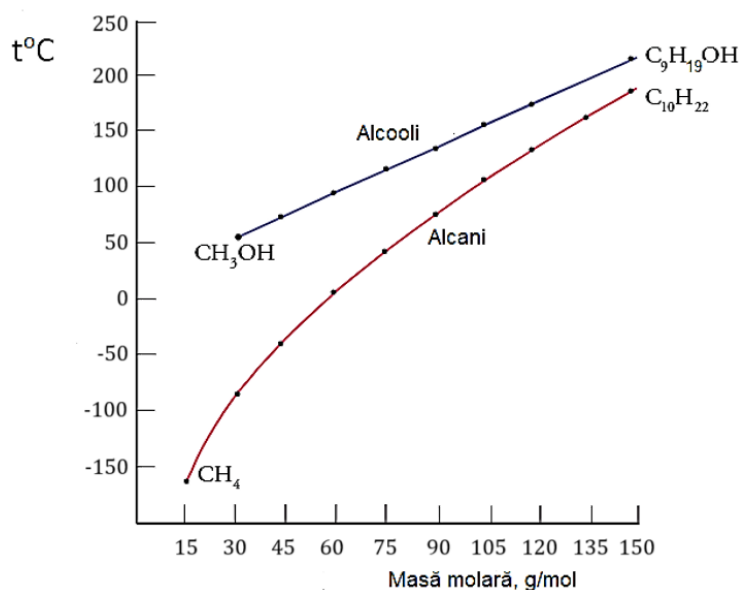
Informație:

Reducerea Clemmensen

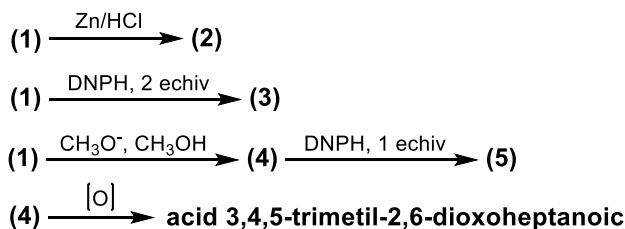
Este o reacție chimică prin care sunt reduse cetonele (sau aldehydele) la alcani, folosindu-se amalgam de zinc și acid clorhidric.



În grafic este prezentată variația punctelor de fierbere ale unor n-alcani și ale unor alcooli primari având catena liniară, în funcție de masa molară.



- Determinați formula moleculară a alcanului cu 22 de legături covalente sigma (σ) în moleculă. Utilizați graficul pentru a nota valoarea punctului de fierbere a acestui alcan. Se admite o eroare de $\pm 5\%$.
- Explicați faptul că diferența dintre punctele de fierbere ale alcoolilor primari cu catenă liniară și punctele de fierbere ale n-alcanilor care au aproape aceeași masă molară ca respectivii alcooli, scade cu creșterea masei molare.
- În următoarea schemă de reacții, compusul notat cu **(2)** este un izomer al alcanului din grafic cu cel mai mare punct de fierbere:



Scrieți formulele de structură ale compușilor **(1)**, **(2)** și **(4)**, știind că:

- substanța **(2)** există sub forma a patru izomeri de configurație;
- substanța **(1)** nu reacționează cu reactivul Tollens.

4. Pentru alcoolul din grafic cu cel mai mare punct de fierbere, scrieți formula de structură a unui alcool secundar **(X)** izomer al acestuia, care nu are centru de chiralitate, dar conține în moleculă numărul maxim de atomi de carbon primar.

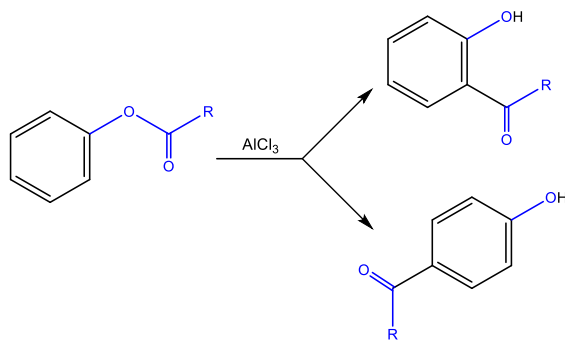
5. Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere a izomerului **(X)** în cel mult cinci etape, folosind compuși organici $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$ și $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ și compuși anorganici corespunzători.

Subiectul B. **10 puncte**

Informații:

Transpoziția Fries

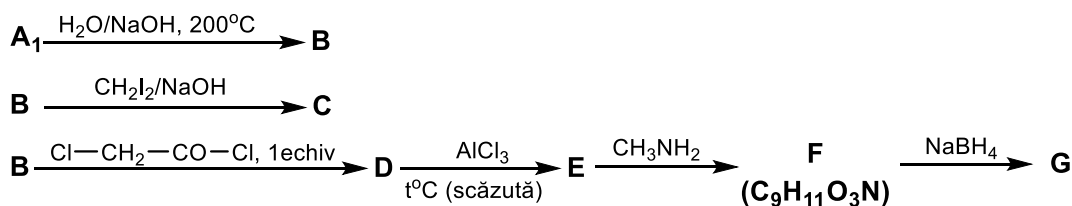
Este o reacție de transpoziție a unui ester fenolic la o hidroxi-aril cetonă, în prezența unui catalizator acid Lewis.



Orientarea substituenților este dependentă de temperatură: temperaturile scăzute favorizează substituția în poziția para, iar temperaturile ridicate favorizează substituția în poziția orto.

Compusul organic ternar **(A)**, un derivat disubstituit al benzenului, are masa molară 147 g/mol și conține 48,98% carbon (procente masice).

- Determinați formula moleculară a compusului **(A)**.
- Scrieți formulele de structură ale celor trei izomeri în ordinea descrescătoare a polarității moleculelor.
- Unul dintre izomeri (**A₁**) este folosit pentru sinteza unui hormon (**G**), conform schemei de reacții:



Scrieți formulele de structură ale compușilor **(A₁)**, **(B)**, **(C)**, **(D)**, **(E)**, **(F)** și **(G)**.

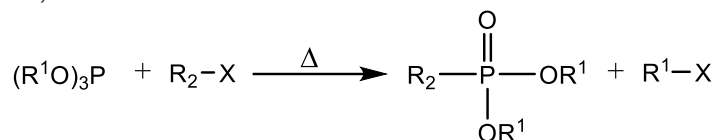
4. Scrieți formula de structură a enantiomerului compusului **(G)** cu configurația R.

Subiectul C.5 puncte

Informații:

Reacția Michaelis-Arbuzov

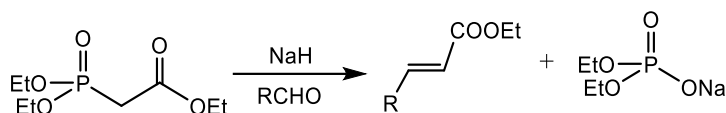
Este reacția dintre trialkilfosfiți și halogenuri de alchil primare pentru a prepara fosfonați de alchil, utilizați în special în reacția Horner-Wadsworth-Emmons.



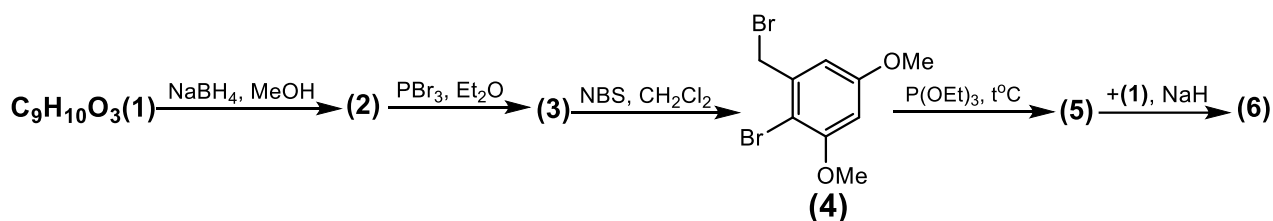
R¹ = alchil etc.; R₂ = alchil, acil etc.; X = Cl, Br, I

Reacția Horner-Wadsworth-Emmons

Este o reacție chimică utilizată în chimia organică pentru a prepara trans-alkene din fosfonați de alchil cu aldehide (sau cetone):



Se dă schema de reacții:



Scrieți formulele de structură ale compușilor **(1)**, **(2)**, **(3)**, **(5)** și **(6)**.

Subiectul al III-lea

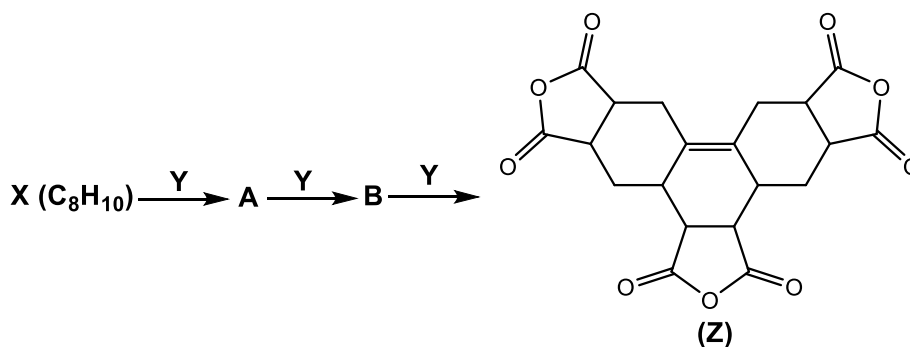
18 puncte

Subiectul A.4 puncte

Informație:

Reacțiile domino sunt definite ca procese a două sau mai multe reacții de formare a legăturilor chimice în condiții identice, în care transformarea ulterioară are loc la grupele funcționale obținute în transformarea anterioară.

Aductul **(Z)** se obține printr-o reacție Diels-Alder de tip domino a compusului **(X)** cu filodiena **(Y)**, conform schemei de reacții:

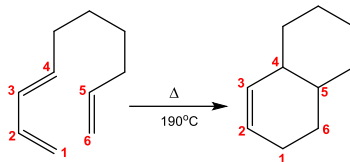


Scrieți formulele de structură ale compușilor (X), (Y), (A) și (B).

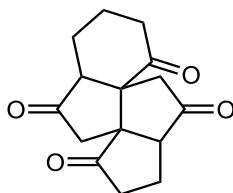
Subiectul B.4 puncte

Informație:

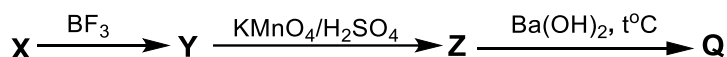
În reacția Diels-Alder intramoleculară (IMDA), se formează două catene ciclice într-o singură etapă. Efectele sterice care pot să apară în IMDA, în special la atomul de carbon terminal al dienei, sunt diminuate prin folosirea acizilor Lewis.



Compusul (X) 1,3,14,16-heptadecatetraen-8-in-7,10-dionă se transformă printr-o succesiune de reacții în compusul (Q), cu formula de structură:



Succesiunea de reacții este următoarea:



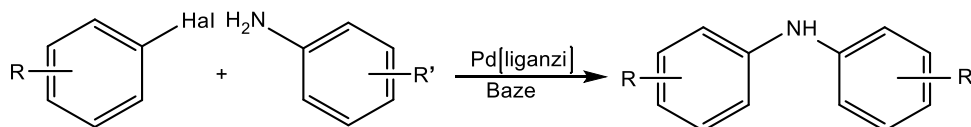
1. Scrieți formulele de structură ale compușilor (X), (Y) și (Z).
2. Notați numărul de stereozomeri ai compusului (X).
3. Compusul (X) formează substanța (X'), în reacție cu H₂/Ni, în exces. Notați numărul de stereozomeri ai compusului (X').

Subiectul C.10 puncte

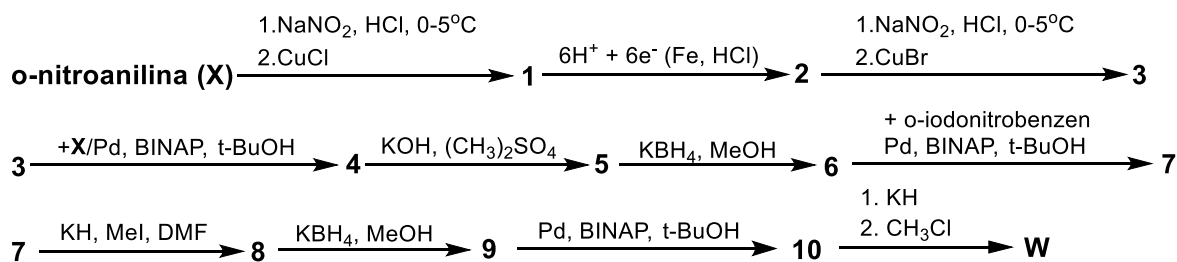
Informație:

Reacția de cuplare Buchwald-Hartwig

Cuplarea Buchwald-Hartwig este o reacție utilizată pentru prepararea aminelor aromatice din halogenuri aromatice sau sulfonați aromatici. Caracteristica principală a acestei reacții este utilizarea paladiului Pd și a liganzilor bogăți în electroni pentru a desfășura reacția catalitică, în mediu bazic. În general, iodura este mai reactivă decât bromura, iar bromura este mai reactivă decât clorura.



În 2010, cercetătorii de la Universitatea Loyola din Chicago și Universitatea de Stat din Youngstown, au sintetizat compusul (W) (Org. Chem. 2010, 75, 22, 7887–7892), folosind metoda Buchwald-Hartwig. Compușii (10) și (W) din următoarea schemă pot fi utilizați pentru recunoașterea selectivă a anumitor ioni metalici, datorită prezenței a trei atomi de azot în moleculă:



unde:

- BINAP - 2,2'-bis(difenilfosfino)-1,1'-binaftilul, un compus organofosforic, ligand bogat în electroni;
- t-BuOH - (CH₃)₃COH;
- DMF - dimetilformamida.

Scrieți formulele de structură ale compușilor **(1)**, **(2)**, **(3)**, **(4)**, **(5)**, **(6)**, **(7)**, **(8)**, **(9)**, **(10)** și **(W)**.

Subiectul al IV-lea

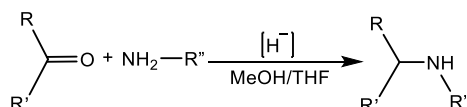
28 de puncte

Subiectul A.6 puncte

Informație:

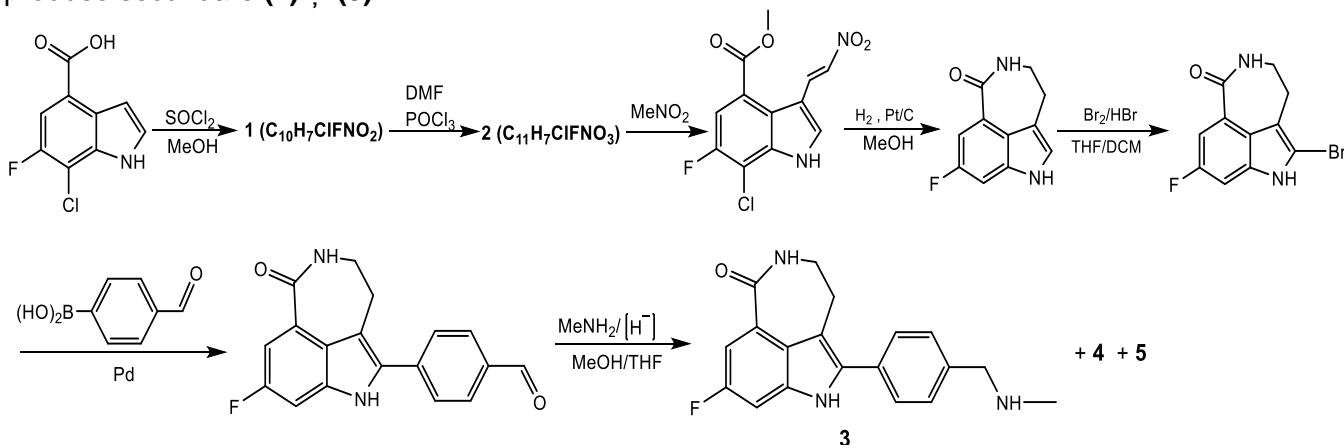
Aminare reductivă

Aldehidele și cetonile sunt transformate în aminele corespunzătoare prin reacția aminelor în metanol folosind diferiți reductori [H⁻].



Următoarea schemă de reacții reprezintă sinteza unui medicament oncologic modern, substanța **(3)**.

În etapa finală a acestei sinteze, aminarea reductivă, se obțin cantități semnificative de două produse secundare **(4)** și **(5)**.



unde:

- DCM - diclorometan;
- DMF - dimetilformamidă;
- THF - tetrahidrofuran.

Se dau următoarele informații despre compușii **(4)** și **(5)**:

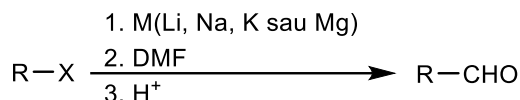
- compusul **(4)** are formula moleculară C₁₈H₁₅FN₂O₂ și nu este chiral;
- compusul **(5)** are masă molară 615 g/mol.

Scrieți formulele de structură ale compușilor notați cu **(1)**, **(2)**, **(4)** și **(5)**.

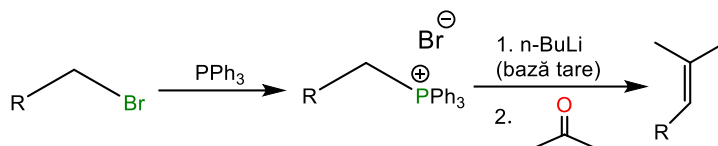
Subiectul B.11 puncte

Informații:

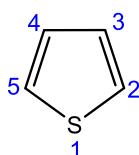
1. *Reacția Bouveault:*



2. *Reacția Wittig*

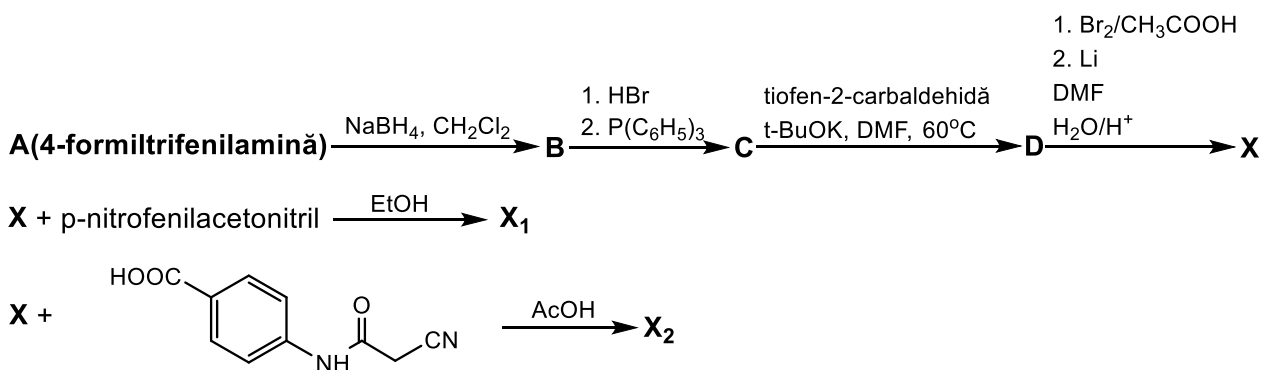


3. *Tiofenul are caracter aromatic, iar în reacția de substituție substituentul va intra majoritar în poziția 2.*



Celulele fotovoltaice sunt componentele de bază ale panourilor fotovoltaice, având rolul de a transforma energia solară în energie electrică. Cunoscute și sub numele de celule Grätzel, celulele solare sensibilizate cu coloranți au costuri reduse și utilizează un colorant fotosensibilizat, atașat la suprafața unui semiconductor pentru a transforma lumina din spectrul vizibil în energie.

Compușii (**X₁**) și (**X₂**) din schema de reacții sunt doi sensibilizatori organici care au depășit performanțele fotovoltaice ale sensibilizatorului convențional pe bază de ruteniu. ([S. A. Badawy](#), [E. Abdel-Latif](#), [A. A. Fadda](#) & [M. R. Elmorsy](#), *Scientific Reports* volume 12, Article number: 12885, 2022).



unde:

- DMF - dimetilformamidă;
- t-BuOK - terț-butoxid de potasiu.

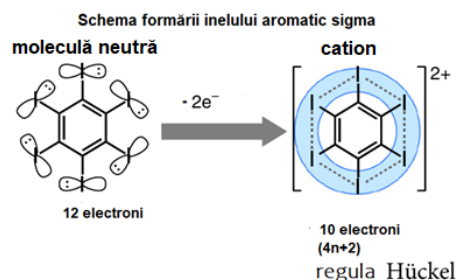
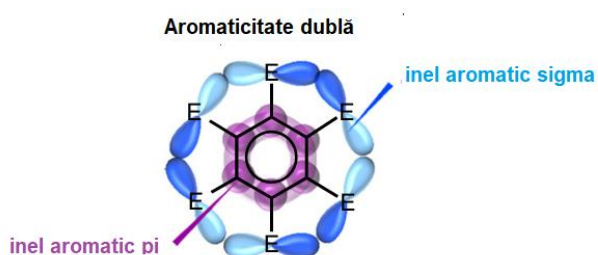
1. Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere a p-nitrofenilacetonitrilului, în patru etape, pornind de la benzen.

2. Scrieți formulele de structură ale compușilor (**A**), (**B**), (**C**), (**D**), (**X**), (**X₁**) și (**X₂**) din schema de reacții.

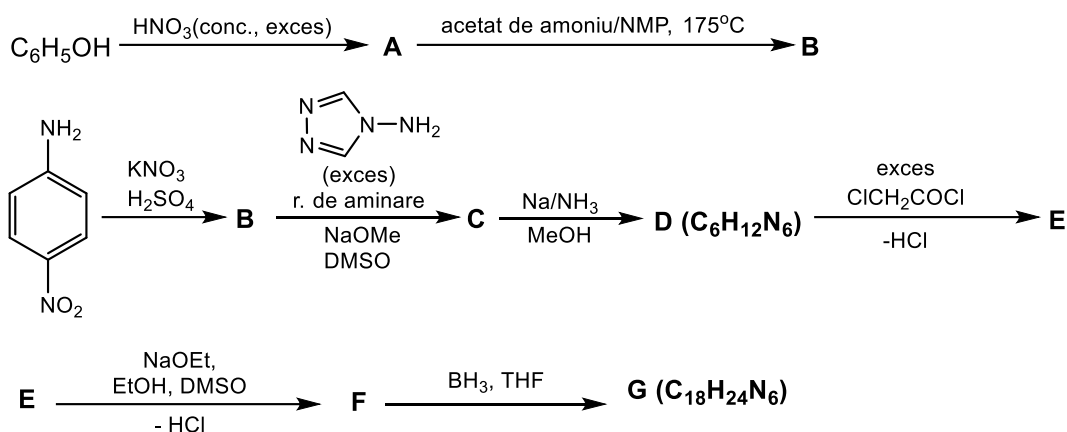
Subiectul C.11 puncte

Un subiect de interes în chimia organică îl reprezintă aromaticitatea dublă, care rezultă din interacțiunile orbitalilor σ (sigma) și a orbitalilor π (pi) în molecula benzenului hexasubstituit cu

heteroatomi. În imagini sunt prezentate aromaticitatea dublă (inel aromatic π (π) + inel aromatic σ (σ)) și schema formării inelului aromatic σ (σ):



Următoarea schemă de reacții reprezintă o încercare de a obține un compus cu dublă aromaticitate. Însă, oxidarea compusului (**G**) cu doi echivalenți de AgBF_4 nu a condus la obținerea acestuia, deoarece constrângerile conformaționale create de grupele metilen fac imposibilă formarea inelului aromatic sigma.



unde:

- NMP - N-metil-2-pirolidona;
- DMSO - dimetilsulfoxidul;
- NaOMe - CH_3ONa ;
- NaOEt - $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$;
- THF- tetrahidrofuran.

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

2. Scrieți formulele de structură ale compușilor (**H**), (**I**) și (**J**), știind că (**J**) este compusul cu aromaticitate dublă, conform ecuațiilor reacțiilor:



Subiecte propuse de:

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

prof. Shajaani Iuliana de la Colegiul Național "Matei Basarab" din București

prof. Băluțoiu Elena de la Colegiul Național "Carol I" din Craiova

prof. Trifan Iuliana de la Colegiul Național "Vasile Alecsandri" din Galați

prof. Voichițoiu Iacob de la Liceul Teoretic "Alexandru Ioan Cuza" din București

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18	8A	2	He	4.003	17	7A	9	F	19.00	16	6A	8	O	16.00	15	5A	7	N	14.01	14	4A	6	C	12.01	13	3A	5	B	10.81		
		10	Ne	20.18			17	Cl	35.45			16	S	32.07			15	P	30.97			14	Si	28.09		13	Al	26.98			
		18	Ar	39.95			17	Cl	35.45			16	S	32.07			15	P	30.97			14	Si	28.09		13	Al	26.98			
		36	Kr	83.80			35	Br	79.90			34	Se	78.97			33	As	74.92			32	Ge	72.61		31	Ga	69.72			
		54	Xe	131.3			53	I	126.9			52	Te	127.6			51	Sb	121.8			50	Sn	118.7		49	In	114.8			
		86	Rn	(222)			85	At	(210)			84	Po	(209)			83	Bi	209.0			82	Pb	207.2		81	Tl	204.4			
		118	Og	(294)			117	Ts	(294)			116	Lv	(293)			115	Mc	(289)			114	Fl	(289)		113	Nh	(286)			

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
21 martie 2025
Clasa a XII-a

- *Timpul de lucru efectiv este de trei ore.*

Informatii:

1) Pentru o reacție de ordinul 1 de forma $A \rightarrow \text{Pr odusi}$, ecuația cinetică integrală este: $\ln \frac{C_0}{C} = k_1 \cdot t$, în care C_0 - concentrația molară inițială a reactantului, C - concentrația molară a reactantului la momentul t , k_1 - constanta de viteză.

2) Pentru o reacție de ordinul 2 de forma $2A \rightarrow \text{Pr odusi}$, ecuația cinetică integrală este: $\frac{1}{C} - \frac{1}{C_0} = 2k_2 \cdot t$,

în care C_0 - concentrația molară inițială a reactantului, C - concentrația molară a reactantului la momentul t , k_2 - constanta de viteză.

3) Entalpia de reacție standard în funcție de energiile de legătură este:

$$\Delta_r H^\circ = \sum n' \cdot \Delta H'_{\text{legături desfăcute}} - \sum n \cdot \Delta H_{\text{legături formate}}$$

n' - număr de moli de legături desfăcute, iar n - număr de moli de legături formate.

4) Dependența constantei de echilibru de temperatură este dată de ecuația $\ln K = -\frac{\Delta_r H^\circ}{R} \cdot \frac{1}{T} + C$, în care C

este o constantă, $\Delta_r H^\circ$ - entalpia de reacție.

5) $\Delta_r G_T^\circ = \Delta_r H_T^\circ - T \cdot \Delta_r S_T^\circ$, în care $\Delta_r G_T^\circ$ - entalpia liberă de reacție standard la temperatura T , $\Delta_r H_T^\circ$ - entalpia de reacție standard la temperatura T , $\Delta_r S_T^\circ$ - variația de entropie care însoțește reacția chimică.

$$\Delta_r S_T^\circ = \sum n_{\text{produsi}} \cdot S_{\text{produsi}}^\circ - \sum n_{\text{reactanți}} \cdot S_{\text{reactanți}}^\circ$$

6) $\Delta_r G_T^\circ = -RT \ln K$, în care K - constanta de echilibru

7) Într-o reacție reversibilă, la echilibru, viteza reacției directe și viteza reacției inverse sunt egale.

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

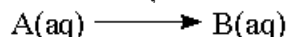
Mase atomice: H - 1, O - 16, S - 32.

Subiectul I

25 de puncte

I.A.

În soluție apoasă, substanța **A** suferă o reacție de transpoziție și rezultă substanța **B**.



La studiul cinetic al reacției, la 293 K, la diferite momente, s-au determinat următoarele concentrații ale substanței **A**:

t (min)	[A] (mol · L ⁻¹)
0	0,458
45	0,37
107	0,275
233	0,151
613	0,025

(A.1) Determinați, pe baza datelor experimentale, ordinul reacției de transpoziție a substanței **A**

(A.2) Calculați valoarea constantei de viteză, la 293 K.

(A.3) Determinați energia de activare a reacției, cunoscând că, la 298 K, după 92 minute de la începerea reacției, reactantul **A** s-a transformat în proporție de 75%.

(A.4) Calculați valoarea timpului de înjumătățire, la 298 K.

10 puncte

I. B.

Sulfurul prezintă mai multe forme alotropice cu număr diferit de atomi în ciclu. În stare solidă, cea mai stabilă formă alotropică este cea cu 8 atomi de sulfură în ciclu, S_8 . În faza gazoasă, au fost detectate toate ciclurile, începând cu trei atomi până la 12 atomi de sulfură în ciclu.

(B.1) În faza gazoasă, diferitele mărimi ale ciclurilor sunt în echilibru. Ecuația pentru echilibrul între ciclurile $S_7(g)$ și $S_8(g)$ este:



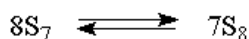
Energia legăturii S-S, ΔH_{S-S} , este $260,0 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ în $S_7(g)$ și $263,3 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ în $S_8(g)$.

Calculați variația de entalpie a procesului direct.

(B.2) La dizolvarea sulfurului într-un solvent organic, în soluție, au fost detectate ambele forme ciclice S_7 și S_8 . La echilibru, la $25 \text{ }^\circ\text{C}$, cele două forme ciclice se găsesc în următoarele procente de masă: 1,056% pentru ciclul S_7 și 98,944% pentru ciclul S_8 .

Calculați cantitatea, exprimată în moli, de S_7 și S_8 , la echilibru, la $25 \text{ }^\circ\text{C}$, atunci când se dizolvă 1,00 g de sulfură și se obține $1,00 \text{ dm}^3$ de soluție.

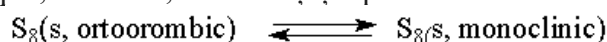
(B.3) Determinați valoarea constantei de echilibru, K_c , pentru echilibrul stabilit în soluție:



(B.4) În faza solidă, S_8 cristalizează în două forme alotropice: ortorombic și monoclinic. Valorile entalpiilor standard de combustie, la 298 K, ale acestor două forme alotropice sunt:

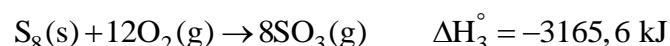
$$\Delta_c H_{S_8}^\circ (\text{ortorombic}) = -296,8 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ și } \Delta_c H_{S_8}^\circ (\text{monoclinic}) = -297,1 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}.$$

Determinați variația de entalpie, la 298 K, care însoțește procesul:



și precizați care este forma mai stabilă, la 298 K.

(B.5) Sulfurul ortorombic participă la sinteza acidului sulfuric. Se cunosc următoarele date termochimice, în condiții standard:



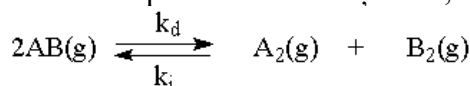
Determinați entalpia de formare standard a acidului sulfuric.

15 puncte

Subiectul al II-lea

20 de puncte

S-a studiat cinetica reacției de descompunere a substanței AB, în fază gazoasă:



Într-o incintă nedeformabilă, cu volumul de 2 L, s-a introdus 1 mol de substanță AB. La diferite temperaturi, după efectuarea calculelor, s-au obținut următoarele rezultate experimentale:

T(K)	$k_d \left(\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{min}^{-1} \right)$	$k_i \left(\text{mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{min}^{-1} \right)$
623	$3 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-6}$
718	k_{d2}	$3 \cdot 10^{-4}$

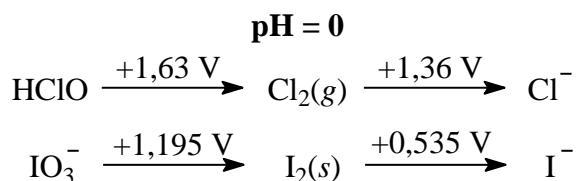
Se consideră că efectele termice ale celor două reacții sunt independente de temperatură pe intervalul $25 - 600 \text{ }^\circ\text{C}$.

- (2.1) Determinați valorile constantei de echilibru la cele două temperaturi și valoarea constantei de viteză k_{d_2} , la 718 K, știind că efectul termic al reacției directe este $\Delta_{r,d}H^\circ = -13,346 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- (2.2) Calculați valorile energiilor de activare ale celor două reacții și verificați faptul că valoarea dată a efectului termic al reacției directe este corectă.
- (2.3) Precizați ordinul de reacție al reacției directe, respectiv ordinul de reacție al reacției inverse.
- (2.4) Considerând că reacția inversă se poate neglija, calculați procentul de substanță AB care s-a descompus, la 718 K, la 10 minute după începerea reacției.
- (2.5) Determinați concentrațiile speciilor chimice, la echilibru, la 718 K.

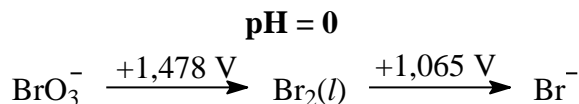
Subiectul al III-lea

25 de puncte

Se trece clor în exces, timp îndelungat, printr-o soluție de iodură de potasiu.
Se dau următoarele date:



- (3.1) Precizați care compus este un agent oxidant mai puternic în mediu acid, clorul sau acidul hipocloros. Justificați.
- (3.2) Explicați de ce într-o soluție apoasă de clor are loc, de obicei, oxidarea cu acid hipocloros.
- (3.3) Notați ecuațiile proceselor care au loc la trecerea clorului în exces, timp îndelungat, printr-o soluție de iodură de potasiu. Confirmați răspunsul prin calcule.
- (3.4) Se trece clor în exces, timp îndelungat, printr-o soluție de bromură de potasiu.
Se dau următoarele date:

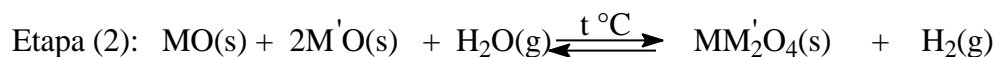


Precizați dacă la trecerea clorului în exces, timp îndelungat, printr-o soluție de bromură de potasiu, bromul format este oxidat de către clor la acid bromic. Confirmați răspunsul prin calcule.

Subiectul al IV-lea

30 de puncte

Obținerea hidrogenului în cantități industriale este una dintre problemele centrale ale industriei energetice. În 2011, Departamentul de Energie al SUA a recunoscut că cea mai promițătoare metodă este cea dezvoltată de grupul de cercetare coordonat de prof. Alan Weimer, de la Universitatea din Colorado, metodă care implică două etape, în care au loc reacțiile:



unde M și M' sunt Fe, Co, Ni în diferiți compuși, iar M și M' pot fi și unul și același metal.

În etapa (1), încălzirea se realizează folosind un sistem de oglinzi care concentrează radiația solară, temperatura din reactor putând ajunge la 1500 °C (1700 K este considerată o temperatură fezabilă din punct de vedere economic pentru această etapă).

Pentru obținerea hidrogenului se folosesc compușii (a) Co_3O_4 și (b) CoFe_2O_4 . Se consideră că variația de entalpie și variația de entropie ale fiecărui proces nu depind de temperatură și sunt egale cu valorile lor în condiții standard, la 298 K.

Folosind datele termodinamice din tabel, răspundeți cerințelor de mai jos.

	FeO(s)	CoO(s)	Co ₃ O ₄ (s)	CoFe ₂ O ₄ (s)	H ₂ O(g)	O ₂ (g)	H ₂ (g)
$\Delta_f H_{298}^\circ$ (kJ/mol)	-264,8	-238,9	-887,0	-1087,4	-241,8	0	0
S_{298}° (J/(mol·K))	60,7	52,7	102,9	134,7	188,7	205,0	130,5

- (4.1) Deduceți ecuațiile pentru variația entalpiei libere standard, $\Delta_r G_T^\circ$, a reacției din etapa (1) pentru compușii (a) Co₃O₄ și (b) CoFe₂O₄.
- (4.2) Pentru etapa (1) a procesului, determinați valorile temperaturilor la care variația entalpiei libere standard, $\Delta_r G_T^\circ$, va fi egală cu 0, pentru compușii (a) Co₃O₄ și (b) CoFe₂O₄. Comentați rezultatele obținute.
- (4.3) Determinați presiunea din reactor la care trebuie îndepărtat oxigenul în condițiile desfășurării etapei (1), la 1700 K. Explicați pentru care dintre compuși etapa (1) este mai avantajoasă din punct de vedere economic.
- (4.4) Determinați temperaturile la care constantele de echilibru din etapa (2) sunt egale cu 1 pentru compușii (a) Co₃O₄ și (b) CoFe₂O₄ (la această valoare a constantelor de echilibru conținutul de hidrogen în amestecul de reacție este suficient de mare pentru ca obținerea lui să fie justificată economic).
- (4.5) Precizați sensul în care se va deplasa echilibrul în etapa (2) la creșterea temperaturii, pentru compușii (a) Co₃O₄ și (b) CoFe₂O₄.
- (4.6) Este indicat să fie folosit Co₃O₄ pentru a obține hidrogen? Argumentați răspunsul.

Subiecte propuse de:

prof. Vasile Sorohan de la Colegiul Național "Costache Negruzzi" din Iași
prof. Constantin Guceanu de la Colegiul Național "Mihai Eminescu" din Botoșani
prof. Mihaela Vișan de la Colegiul Național "Petru Rareș" din Piatra-Neamț
prof. Doinița Păduraru de la Colegiul Național "Dragoș Vodă" din Sighetu Marmației
prof. Marioane Cristina de la Colegiul Național de Informatică "Carmen Sylva" din Petroșani