

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
22 februarie 2020
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 3 ore.

Subiectul I

20 de puncte

A.

(10 puncte)

Fie elementele X, Y, T cu numerele atomice Z_X , Z_Y , Z_T care satisfac relațiile:

$$Z_X - Z_Y = 2$$

$$Z_X + Z_Y = 36$$

$$Z_Y + Z_T = 25$$

Unul din compușii ternari ai celor 3 elemente, **A**, este folosit în laborator la obținerea a două gaze **D** și **E** și a compusului ionic **B**. Gazul **E** este format din molecule ai căror atomi formează ioni izoelectronici cu cationul din compusul ionic **B**.

- Identificați substanțele **A**, **B**, **D**, **E**.
- Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care se obțin cele două gaze, pornind de la compusul **A**.
- Calculați raportul dintre numărul de sarcini negative din 0,6 mol de compus **B** și numărul de atomi din 134,4 L de gaz **E** (c.n.).

B.

(10 puncte)

La împlinirea a 150 de ani de la adoptarea legii pentru înființarea unui nou sistem monetar, Banca Națională a României a lansat în circuitul numismatic un set de monede pentru colecționari, din aur, argint și din tombac. Tombacul este o alamă roșie cu un conținut masic de cupru de peste 80%.

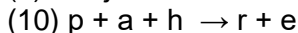
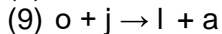
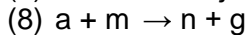
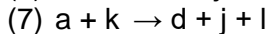
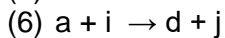
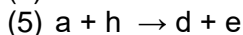
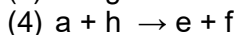
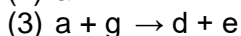
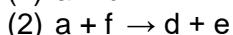
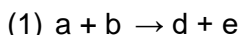
O probă de alamă este tratată cu soluție de acid clorhidric, de concentrație procentuală masică 36,5%. Se degajă 4 g de gaz **X** și se obține un reziduu solid **R** cu masa 591 g. Prin tratarea reziduurii **R** cu soluție de acid azotic se degajă 6 mol de gaz **Y**.

- Calculați compoziția procentuală de masă a aliajului.
- Indicați dacă proba de alamă poate fi folosită pentru fabricarea monedelor.

Subiectul al II-lea

25 de puncte

Se consideră schema de reacții:



Se cunosc următoarele informații despre unele din substanțele din schemă:

- substanțele "a" și "b" sunt hidruri a două nemetale din aceeași grupă a Tabelului periodic, izoelectronice, care au aceeași masă molară;
- substanța "d" este o substanță simplă utilizată în tratarea bolilor de piele, cunoscută sub denumirea de "inamicul cuprului";
- substanța "e" este cel mai cunoscut solvent polar;
- substanțele "k" și "l" se obțin prin reacția substanței "i", respectiv "j" cu metalul care ruginește în prezența oxigenului și a apei;
- substanța "j" se obține industrial utilizând substanța "i";
- cristalohidratul pentahidratat al substanței "m" se numește piatră vântă;
- substanțele "n" și "o" sunt săruri neutre ale substanței "a", ale unor metale care au aceeași valență;

Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare

- nobilii și aristocrații din Evul Mediu, au fost neatinși de epidemiile de ciumă pentru că foloseau vase confecționate din substanța "p" pentru păstrarea apei.

Identificați substanțele notate cu litere și scrieți ecuațiile reacțiilor corespunzătoare transformărilor (1) – (10).

Subiectul al III-lea

25 de puncte

A.

(15 puncte)

Un cristalohidrat **X** al azotatului unui metal divalent conține 16,949% metal. Prin deshidratare totală la încălzire, masa acestuia scade cu 30,5%, formând compusul **Y**.

Se descompun termic 2 mol de compus **Y** și se formează un amestec de gaze **G**.

- Determinați formula moleculară a cristalohidratului **X**.
- Calculați masa de cristalohidrat necesară pentru a prepara 300 g soluție de concentrație 20%.
- Calculați concentrația procentuală de masă a soluției obținute după barbotarea amestecului gazos **G** într-o cantitate de apă de două ori mai mare decât cea pierdută prin încălzirea a 2 mol din cristalohidratului **X**.

B.

(10 puncte)

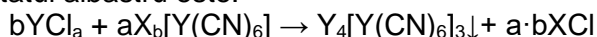
Prin acțiunea peroxidului de sodiu asupra dioxidului de carbon se obține, pe lângă substanța ionică, un amestec gazos în care oxigenul se află în procent molar de 20%. Determinați randamentul reacției.

Subiectul al IV-lea

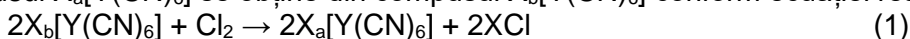
30 de puncte

Autorul roman Pliniu-cel-Bătrân descria un crustaceu comestibil, *Pholas dactylus*, care emitea lumină. Tot din însemnările lui Plinius aflăm și despre o ciupercă de copac, *Omphalotus olearius*, care produce incandescență pe timp de noapte. În laborator, pentru a vedea efectul de luminescență produs în timpul unei reacții chimice se poate oxida catalitic luminolul (substanță utilizată pentru a detecta urmele de sânge de la locul unei crime). Catalizatorul este un compus cu formula chimică $X_a[Y(CN)_6]$.

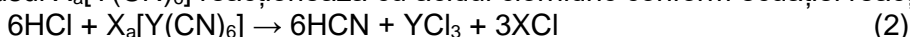
E536 are formula chimică $X_b[Y(CN)_6] \cdot 3H_2O$. El este un agent de separare sau un stabilizator din ce în ce mai întâlnit în produsele alimentare, prin introducerea sa în sarea iodată. Se utilizează, de asemenea, în cleirea albastră a vinurilor, un tratament antioxidant pentru vinurile predispuse la casare (o boală a vinului care-l face să devină tulbure, opalescent, în contact cu aerul). Tratatamentul se bazează pe formarea unui precipitat albastru, care poate fi eliminat din vin. Ecuația reacției prin care se formează precipitatul albastru este:



Compusul $X_a[Y(CN)_6]$ se obține din compusul $X_b[Y(CN)_6]$ conform ecuației reacției:



Compusul $X_a[Y(CN)_6]$ reacționează cu acidul clorhidric conform ecuației reacției:



Se cunosc următoarele informații:

- elementele X și Y se găsesc în aceeași perioadă a Tabelului periodic;
- compusul $X_b[Y(CN)_6] \cdot 3H_2O$, a cărei masă molară este 422 g/mol, se comercializează sub formă de cristale galbene;
- 7,238 g de compus $X_a[Y(CN)_6]$ reacționează cu acidul clorhidric și formează 3,575 g compus YCl_3 și 4,917 g compus XCl .

a. Identificați elementele X, Y și scrieți formulele chimice ale celor doi compuși.

b. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice (1) și (2).

- volumul molar (c.n.): $V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$

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

Subiecte elaborate, selectate și prelucrate de:

Elisabeta-Cornelia Cerăceanu, profesor la Colegiul Național "Frații Buzești", Craiova

Carmen-Luiza Gheorghe, profesor la Școala Gimnazială "Sfântul Apostol Andrei", Buzău

Ileana Popescu, profesor la Colegiul Național "Spiru Haret", Târgu Jiu

Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18 8A	2 He 4.003	17 7A	16 6A	15 5A	14 4A	13 3A	12 2B	11 1B	10 8B	9 8B	8 8B	7 7B	6 6B	5 5B	4 4B	3 3B	2 2A	1 1A	18 8A	
	10 Ne 20.18	9 F 19.00	8 O 16.00	7 N 14.01	6 C 12.01	5 B 10.81	13 Al 26.98	12 Mg 24.31	11 Na 22.99	10 Be 9.012	9 Li 6.941	8 H 1.008	7 He 4.003	6 Ne 20.18	5 F 19.00	4 O 16.00	3 N 14.01	2 C 12.01	1 B 10.81	18 Ar 39.95
	17 Cl 35.45	16 S 32.07	15 P 30.97	14 Si 28.09	13 Al 26.98	12 Mg 24.31	11 Na 22.99	10 Be 9.012	9 Li 6.941	8 H 1.008	7 He 4.003	6 Ne 20.18	5 F 19.00	4 O 16.00	3 N 14.01	2 C 12.01	1 B 10.81	18 Ar 39.95	17 Cl 35.45	16 S 32.07
	36 Kr 83.80	35 Br 79.90	34 Se 78.97	33 As 74.92	32 Ge 72.61	31 Ga 69.72	30 Zn 65.39	29 Cu 63.55	28 Ni 58.69	27 Co 58.93	26 Fe 55.85	25 Mn 54.94	24 Cr 52.00	23 V 50.94	22 Ti 47.88	21 Sc 44.96	20 Ca 40.08	19 K 39.10	18 Ar 39.95	17 Cl 35.45
	54 Xe 131.3	53 I 126.9	52 Te 127.6	51 Sb 121.8	50 Sn 118.7	49 In 114.8	48 Cd 112.4	47 Ag 107.9	46 Pd 106.4	45 Rh 102.9	44 Ru 101.1	43 Tc (98)	42 Mo 95.95	41 Nb 92.91	40 Zr 91.22	39 Y 88.91	38 Sr 87.62	37 Rb 85.47	36 Kr 83.80	35 Br 79.90
	86 Rn (222)	85 At (210)	84 Po (209)	83 Bi 209.0	82 Pb 207.2	81 Tl 204.4	80 Hg 200.6	79 Au 197.0	78 Pt 195.1	77 Ir 192.2	76 Os 190.2	75 Re 186.2	74 W 183.8	73 Ta 180.9	72 Hf 178.5	71 La 138.9	70 Ba 137.3	69 Cs 132.9	68 Rn (222)	67 At (210)
	118 Og (294)	117 Ts (294)	116 Lv (293)	115 Mc (289)	114 Fl (289)	113 Nh (286)	112 Cn (285)	111 Rg (272)	110 Ds (281)	109 Mt (266)	108 Hs (265)	107 Bh (262)	106 Sg (263)	105 Db (262)	104 Rf (261)	103 Ac (227)	102 Ra (226)	101 Fr (223)	100 Og (294)	99 Ts (294)
	71 Lu 175.0	70 Yb 173.0	69 Tm 168.9	68 Er 167.3	67 Ho 164.9	66 Dy 162.5	65 Tb 158.9	64 Gd 157.3	63 Eu 152.0	62 Sm 150.4	61 Pm (145)	60 Nd 144.2	59 Pr 140.9	58 Ce 140.1	103 Lr (262)	102 No (259)	101 Md (258)	100 Fm (257)	99 Es (252)	98 Cf (251)
	103 Lr (262)	102 No (259)	101 Md (258)	100 Fm (257)	99 Es (252)	98 Cf (251)	97 Bk (247)	96 Cm (247)	95 Am (243)	94 Pu (244)	93 Np (237)	92 U 238.0	91 Pa 231.0	90 Th 232.0	103 Lr (262)	102 No (259)	101 Md (258)	100 Fm (257)	99 Es (252)	98 Cf (251)

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
22 februarie 2020
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 3 ore.

Subiectul I

20 de puncte

A. Elementele chimice X, Y și Z formează trei compuși binari (X cu Y, X cu Z și Y cu Z).

Identificați compușii binari având în vedere informațiile:

- produsul valențelor elementelor X, Y și Z este 12;
- masa atomică a elementului X se poate exprima ca o putere a valenței sale, de forma a^a .
- 100 g din compusul binar format de X cu Y conțin 75 g X.
- suma maselor atomice ale celor trei elemente este 74,5.

B. Completați pe foaia de concurs, într-un tabel ca cel de mai jos, formulele chimice corespunzătoare oxoanionilor sau anionilor carbonului, izoelectronici cu speciile chimice ce conțin azot:

specie chimică ce conține azot	NO_3^-	NO_2^-	N_2O_4	N_2
oxanion/anion al carbonului				

C. Într-o soluție de acid clorhidric, cu masa 400 g, solvatul conține $216,792 \cdot 10^{23}$ de electroni neparticipanți. Calculați concentrația procentuală masică a soluției de acid clorhidric.

D. a) Aranjați compușii F_2 , HCl , AlF_3 , MgF_2 în ordinea creșterii punctului de topire.

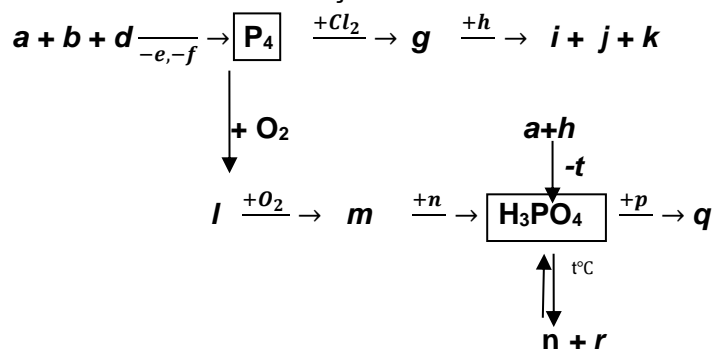
b) Aranjați elementele chimice Ca, Cl, K, Ar în ordinea creșterii primei energii de ionizare.

Subiectul al II-lea

25 de puncte

În anul 1669, alchimistul Hennig Brad din Hamburg, care căuta piatra filozofală, a obținut un produs alb, care lumina la întuneric, pe care l-a numit *foc rece*.

Se consideră schema de reacții:



Știind că:

- substanța **a** conține 38,71% Ca, 20% P și elementul chimic ce are în învelișul de electroni 4 electroni în orbitali s și 4 electroni în orbitali p;
 - substanța **a** are masa molară de 10 ori mai mare decât masa atomică a elementului chimic numit și *foc rece*;
 - substanța **f** este varul nestins;
 - substanța **t** este sarea anhidră a gipsului;
 - în compusul **g** nemetalul cu electronegativitate mai mică are valență maximă;
 - **k** este un compus cu raportul atomic H : Cl : S : O = 1 : 1 : 1 : 3.
- Determinați formulele chimice ale substanțelor notate cu litere în schema de transformări.
 - Scrieți ecuațiile reacțiilor corespunzătoare schemei de reacții.
 - Calculați masa de acid fosforic, care se obține din 7750 kg substanță **a**, de puritate 80%.

Subiectul al III-lea

25 de puncte

A. Culoarea aurie a piritei a determinat denumirea ei în limba germană *Katzengold* - aurul pisicii. În comparație cu aurul, pirita este mai plastică și mai dură.

Se prăjesc până la consumarea totală a mineralului util, 0,5 kg minereu de pirită, de puritate 96%, cu aer care conține 20% O₂ (procente volumetrice), în exces. Știind că impuritățile sunt inerte din punct de vedere chimic, iar excesul de aer utilizat este de 40% (procente volumetrice) față de necesarul stoichiometric, calculați compoziția procentuală volumetrică a amestecului gazos rezultat.

B. Compusul ternar X este un lichid incolor, la temperatura camerei. Unul din cele trei elemente componente ale substanței X are numărul atomic 8.

În două pahare Berzelius cu apă caldă (A) și (B), se introduc câte 13,5 g de substanță X. După un timp, are loc o reacție (reacția 1), iar la finalizarea acesteia, soluțiile din cele două pahare sunt analizate:

- utilizând un pH-metru s-a constatat că soluțiile din cele două pahare sunt puternic acide;
- în paharul (A) s-a adăugat soluție de clorură de bariu, în exces, obținându-se 23,3 g de precipitat alb (reacția 2);
- în paharul (B) s-au obținut 28,7 g de precipitat alb, după adăugarea unei soluții de azotat de argint, în exces (reacția 3).

a. Determinați formula chimică a compusului X.

b. Scrieți ecuațiile reacțiilor 1, 2 și 3.

Subiectul al IV-lea

30 de puncte

O substanță cristalină, incoloră T se introduce într-o incintă vidată și se supune descompunerii, la presiune constantă. Prin descompunerea termică a substanței T la o temperatură cuprinsă între 360°C și 400°C, se obține o substanță solidă Q, de culoare roșie și un amestec format din două substanțe gazoase, Y (un oxid cu formula chimică EO₂) și, respectiv, Z.

Dacă descompunerea termică a substanței T are loc la 450⁰ C, se obține amestecul A₁ format din trei produși gazoși (X, Y și Z), cu densitatea față de hidrogen de 40,625. Prin răcirea rapidă a amestecului gazos A₁ de la 450⁰ C la 150⁰ C, se obține compusul X în stare lichidă și un amestec gazos A₂ format din gazele Y și Z, care are densitatea față de hidrogen de 20,67. Volumul amestecului A₂ la 150⁰ C, este de 2,279 ori mai mic decât volumul amestecului gazos A₁ la 450⁰ C. Amestecul gazos A₂ este răcit la 30⁰ C, apoi se barbotează într-o soluție de hidroxid de sodiu, în exces. După barbotare prin soluția bazică rămâne gazul incolor Z, cu densitatea față de hidrogen de 16 și cu volumul, la 30⁰ C, de 4,188 ori mai mic decât volumul amestecului A₂ la 150⁰ C.

a) Identificați substanțele X, Y și Z.

b) Identificați compusul T.

c) Scrieți ecuațiile reacțiilor de descompunere a compusului T la 450⁰ C și, respectiv, la 380⁰ C. Precizați care este compusul Q.

d) Scrieți ecuația reacției care are loc la barbotarea amestecului gazos A₂ prin soluția de hidroxid de sodiu.

- constanta universală a gazelor: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

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

Subiecte elaborate, selectate și prelucrate de:

Georgiana Leontescu, profesor la Colegiul Național "Ienăchiță Văcărescu", Târgoviște

Camelia Tigae, profesor la Colegiul Național "Carol I", Craiova

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																
1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A	8A	8B	8B	8B	8B	3A	4A	5A	6A	7A	8A																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	5	6	7	8	9	10																
H 1.008	He 4.003	Li 6.941	Be 9.012	B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18	Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95																
11	12	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36														
Na 22.99	Mg 24.31	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	55	56	57													
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	Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9													
87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118		
Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	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)	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	Ds (281)	Rg (272)	Cn (285)	Nh (286)	Fl (289)	Mc (289)	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Ts (294)	Og (294)
58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86					
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	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)					
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118					
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)	Rf (261)	Db (262)	Sg (263)	Bh (262)	Hs (265)	Mt (266)	Ds (281)	Rg (272)	Cn (285)	Nh (286)	Fl (289)	Mc (289)	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Rn (222)				

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
22 februarie 2020
Clasa a X-a

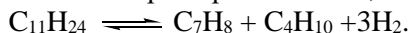
Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.

Subiectul I

30 de puncte

A. (15 puncte)

1. Undecanul se descompune prin încălzire, în fază gazoasă, conform procesului de echilibru:



În amestecul final de reacție, fracția molară a hidrogenului este 75% din fracția molară a undecanului nedescompus. Calculați procentul molar de undecan care s-a descompus.

2. Un amestec de 0,3 mol de hidrocarburi gazoase C_2H_x și C_3H_x , cu catenă aciclică, este trecut printr-un vas cu brom. Masa vasului crește cu 10,8 g.

Dacă amestecul de hidrocarburi C_2H_x și C_3H_x se arde în cantitatea stoechiometrică de oxigen, se constată că volumul amestecului ce conține hidrocarburile și oxigenul este egal cu volumul gazelor rezultate la ardere. Calculați compoziția procentuală molară a amestecului inițial de hidrocarburi. (Toți produșii de reacție sunt în stare gazoasă.)

3. Un alcan C_nH_{3n-5} cu catena simetrică, care are raportul atomic $C_{\text{primar}} : C_{\text{terțiar}} = 2 : 1$, se supune dehidrogenării. Scrieți formula de structură a alcanului, precum și formulele de structură ale alchenelor rezultate la dehidrogenarea acestuia.

4. Prin combustia a 160 kg de cauciuc butadien-stirenice se formează 144 kg de apă. Calculați raportul molar butadienă : stiren.

B. (15 puncte)

1. Scrieți ecuațiile reacțiilor dintre 1-metil-ciclohexenă și:

a) Br_2 / CCl_4 ; b) apă de clor; c) HI; d) $KMnO_4 / Na_2CO_3$

Utilizați formule de structură pentru compușii organici.

2. Un amestec de metan, acetilenă și hidrogen conține 72% C (procente masice) și are masa molară medie 10 g/mol.

a) Determinați raportul molar $CH_4 : C_2H_2 : H_2$ din amestec.

b) Calculați volumul de aer cu 20% oxigen (procente volumetrice), necesar arderii a 10 mol de amestec gazos, măsurat în condiții normale.

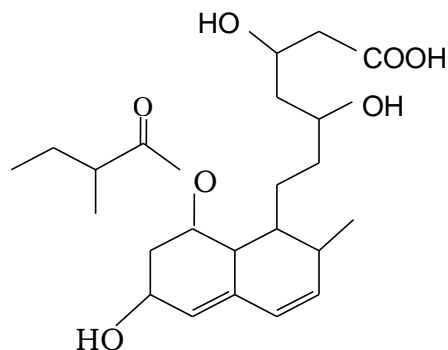
c) Determinați masa de acetilenă, care s-ar putea obține prin cracarea metanului din 250 g de amestec, la un randament al procesului de 82%.

Subiectul al II-lea

25 de puncte

A. (10 puncte)

1. Pravastatina aparține unui grup de medicamente numite statine, care acționează pentru reducerea valorilor crescute ale colesterolului din sânge. Cunoscută inițial ca CS-514, pravastatina este un derivat al compactinei, identificat în ciuperca *Penicillium citrinum* în anii '70. În anul 2005, pravastatina a fost unul dintre cele mai vândute medicamente din Statele Unite, sub denumirea comercială de Pravachol. Pravastatina are formula de structură:



- Scrieți formula moleculară a pravastatinei.
- Notați raportul $C_{\text{primar}} : C_{\text{secundar}} : C_{\text{terțiar}} : C_{\text{cuaternar}}$ din molecula pravastatinei.
- Determinați raportul dintre numărul de electroni din legăturile π și numărul de electroni neparticipanți din molecula pravastatinei.
- Calculați nesaturarea echivalentă a pravastatinei.

2. Hidrocarbura **A**, are formula moleculară C_6H_8 , catenă simetrică și prezintă doi izomeri geometrici cis-trans. Prin adiția unui mol de brom la hidrocarbura **A** se formează un compus **B** majoritar, care are trei izomeri geometrici Z-E.

- Scrieți formula de structură a hidrocarbunii **A** și notați denumirea acesteia.
- Scrieți formulele de structură ale izomerilor geometrici ai compusului **B**.
- Determinați volumul soluției de permanganat de potasiu, în mediu slab bazic, de concentrație 0,2 M, necesar oxidării a 0,5 mol de hidrocarbură **A**.

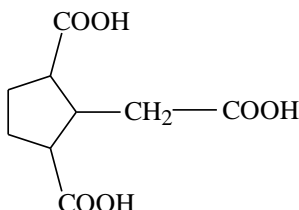
B..... (15 puncte)

1. Hidrocarbura **A** are formulă de structură:



- Notați numărul izomerilor geometrici ai hidrocarbunii **A**.
- Calculați volumul soluției de permanganat de potasiu, în mediu slab bazic, de concentrație M/3 necesar oxidării a 7,8 g de hidrocarbură **A**.
- Notați numărul izomerilor geometrici ai compusului obținut prin hidrogenarea hidrocarbunii **A**, în prezența paladiului "otrăvit" cu săruri de plumb.

2. O hidrocarbură **A**, care are în moleculă numai atomi de carbon hibridizați sp^2 și sp^3 , conține 89,5522% C (procente masice) și are masa molară 134 g/mol. O probă cu masa de 6,7 g din această hidrocarbură reacționează, la întuneric, cu 16 g de brom dizolvat în CCl_4 . Prin oxidarea hidrocarbunii **A** în prezență de $K_2Cr_2O_7$ și H_2SO_4 se obține un acid tricarboxilic cu formula:



- Determinați formula moleculară și nesaturarea echivalentă hidrocarbunii **A**;
- Scrieți formulele de structură ale hidrocarbunii **A** care corespund cerințelor problemei.

Subiectul al III-lea

25 de puncte

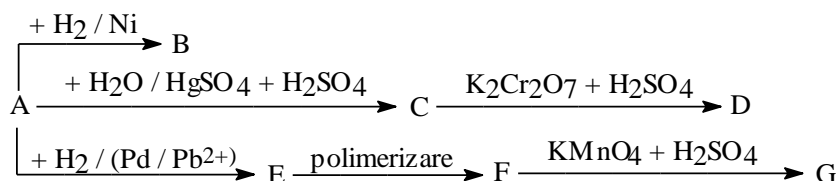
A (8 puncte)

Un amestec format din hidrogen și două alchine gazoase izomere aflate în raport molar 1 : 1, se introduce într-un cilindru cu volumul 10 L, la temperatura $27^\circ C$ și presiunea 9348 mmHg. Prin tratarea cu reactiv Tollens a amestecului de alchine izomere, se obține 1 mol de precipitat.

- Scrieți formulele de structură și denumirile celor două alchine izomere.
- Calculați volumul de aer (condiții normale) cu 20% O_2 (procente volumetrice) necesar arderii amestecului gazos inițial.
- Determinați volumul soluției slab bazice de $KMnO_4$ 1M necesar oxidării alchinilor din amestecul gazos.

B (17 puncte)

1. Se consideră următoarea succesiune de transformări:

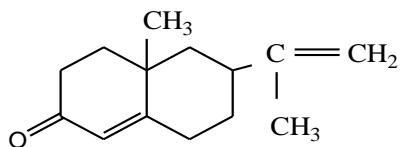


0,5 mol de hidrocarbură **A** consumă 36,654 L de hidrogen măsurați la $25^\circ C$ și 1 atm, pentru a forma compusul **B**, compusul **C** conține 19,047 % oxigen, iar substanța **D** este o dicetonă.

a) Scrieți formulele de structură ale substanțelor notate **A, B, C, D, E, F, G**.

b) Calculați volumul soluției de KMnO_4 de concentrație 1 M consumat pentru oxidarea a 17 g de substanță **F**.

2. Nootkatona, având formula structurală de mai jos, este principalul odorant din coaja de grapefruit.



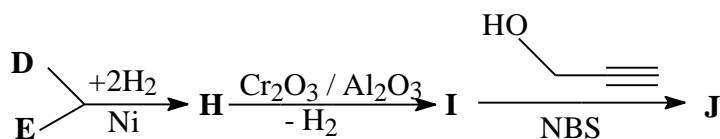
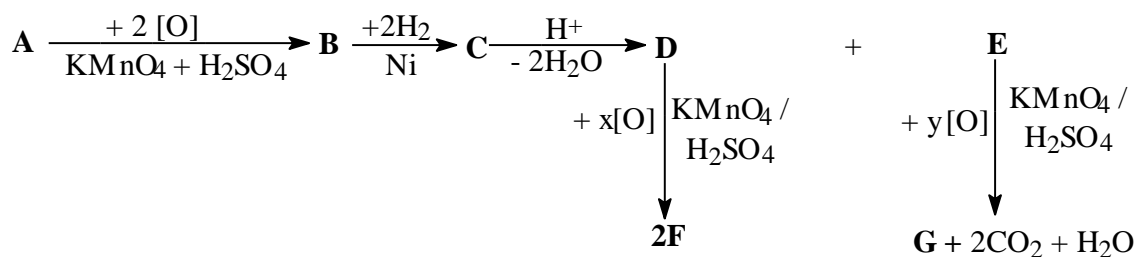
Scrieți ecuațiile reacțiilor nootkatonei cu:

- Cl_2/CCl_4 (întuneric).
- Cl_2 la lumină sau 500°C .
- $\text{O}_3 / \text{Zn}, \text{H}_3\text{O}^+$.
- $\text{KMnO}_4 /$ mediu slab bazic.

Subiectul al IV-lea

20 de puncte

Se consideră următorul șir de transformări:

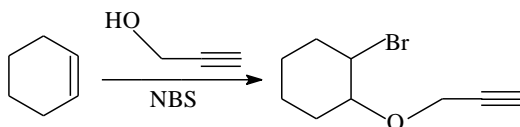


a) Scrieți formulele de structură pentru compușii notați cu **A, B, C, D, E, F, G, H, I, J** din schemă, știind că **A** este o hidrocarbură simetrică cu formula moleculară C_6H_8 și raportul atomic $\text{C}_{\text{cuaternar}} : \text{C}_{\text{secundar}} = 1 : 2$, compusul **C** este un diol (C se obține prin adiția hidrogenului la legătura dublă eterogenă), iar compușii **F** și **G** sunt omologi.

b) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice corespunzătoare schemei date.

c) Determinați raportul molar $\text{A} : \text{KMnO}_4 : \text{H}_2\text{SO}_4$ în reacția de oxidare a hidrocarburii **A**.

Indicație: Transformarea $\text{I} \rightarrow \text{J}$, decurge conform schemei:



- mase atomice: H- 1, C- 12, O- 16, K- 39, Mn- 55, Br- 80.

- volumul molar (condiții normale): $V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$

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

- constanta universală a gazelor: $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

Subiecte selectate și prelucrate de:

Prof. Andra Ionescu – Colegiul Național „Costache Negri” Galați

Prof. Lavinia Mureșan – Inspectoratul Județean Cluj

Prof. Daniel Radu - Colegiul Economic “Ion Ghica” Târgoviște

Prof. Carmen Gina Ciobică – Colegiul Național “Petru Rareș” Suceava

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
22 februarie 2020
Clasa a XI-a

- Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.
- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza informațiile prezentate la subiectele respective.

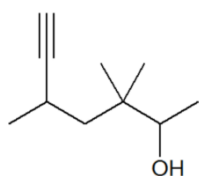
Subiectul I

25 de puncte

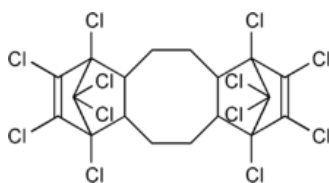
Se consideră următoarele 3 serii de substanțe (denumirea sau formula de structură a acestora):

- 1.(A) 3-etil-4,4-dimetilheptan; (B) 4-cloro-6-hidroxi-3-hexanonă; (C) trans 3-hepten-1-ină;
(D) 4,4-dipropil-2,5-ciclohexadienonă;(E) (2S,3S,4R)-2,3,4-trihidroxi-5-oxohexanal.

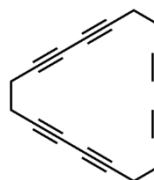
2.



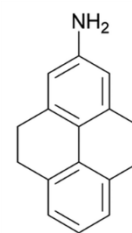
(F)



(G)

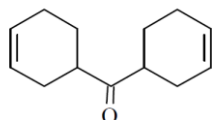


(H)

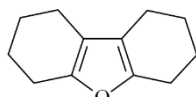


(J)

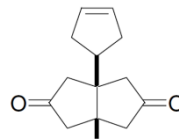
3.



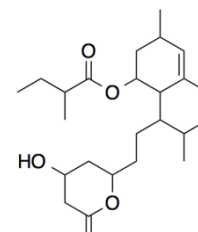
(X)



(Y)



(Z)



(W)

a. Scrieți formulele structurale ale compușilor din seria 1 de substanțe.

b. Referitor la substanțele din seria a 2-a:

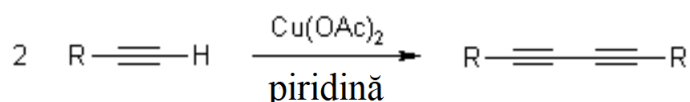
b. 1. Denumiți substanța (F), conform IUPAC.

b. 2. Notați valoarea NE a compusului (G).

b. 3. Notați numărul atomilor de carbon terțiar din molecula substanței notată cu litera (G).

b. 4. Compusul (G) se poate obține printr-o cicloadiție de tipul [4+2]. Scrieți ecuația reacției de cicloadiție pentru sinteza substanței (G) și denumiți componentele de reacție folosite.

b. 5. Compusul (H) se poate prepara folosind reacția Eglinton. Aceasta este o cuplare oxidativă a alchinelor cu triplă legătură marginală și permite sinteza bis-acetilenelor simetrice sau ciclice, prin reacția alchinei cu triplă legătură marginală cu cantitatea stoechiometrică de sare de cupru (II) în piridină:

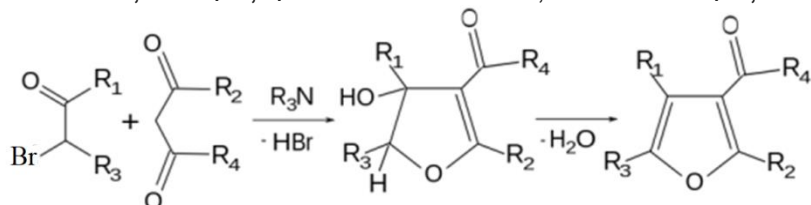


Scrieți ecuația reacției de obținere a compusului (H) folosind metoda de cuplare oxidativă a alchinelor cu triplă legătură marginală, alegând reactantul corespunzător.

b. 6. Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care amina aromatică (J) se transformă într-un acid tetracarboxilic, compus organic cu funcțiune simplă. Precizați dacă acidul obținut prezintă activitate optică.

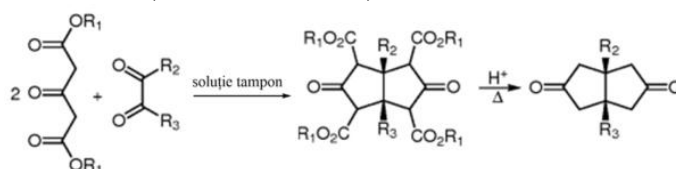
c. Referitor la substanțele din seria a 3-a:

- c.1. Notați numărul atomilor de carbon asimetric din molecula substanței (W).
c.2. Scrieți ecuația reacției de transformare a compusului (X) într-un alcool nesaturat.
c.3. Precizați dacă substanța notată cu litera (Y) are caracter aromatic.
c.4. Substanța (Y) poate fi obținută printr-o reacție Feist-Benary. Aceasta este o reacție între α - halogenocetone și compuși β -dicarbonilici cu obținere de compuși ai furanului:



Scrieți formulele de structură ale celor două componente ale reacției Feist-Benary prin care se poate prepara compusul (Y).

c.5. Compusul (Z) se poate obține printr-o reacție Weiss-Cook conform ecuației reacției generale:



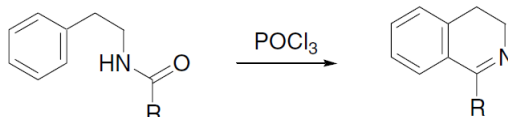
Scrieți formulele structurale ale celor doi reactanți necesari obținerii substanței (Z) printr-o reacție Weiss-Cook.

Subiectul al II-lea

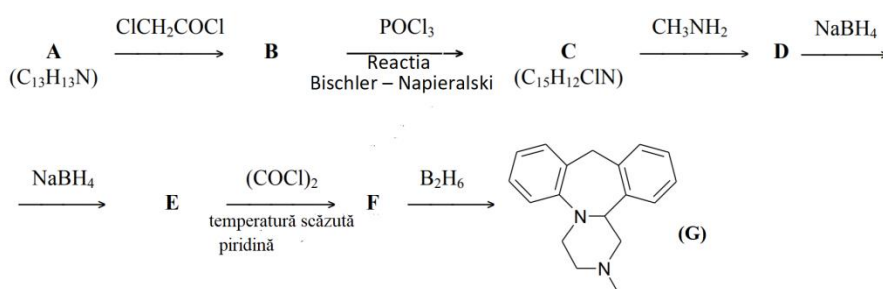
25 de puncte

Subiectul A.....12 puncte

Reacția Bischler–Napieralski este o substituție aromatică intramoleculară care permite ciclizarea β -aril-etil-amidelor.



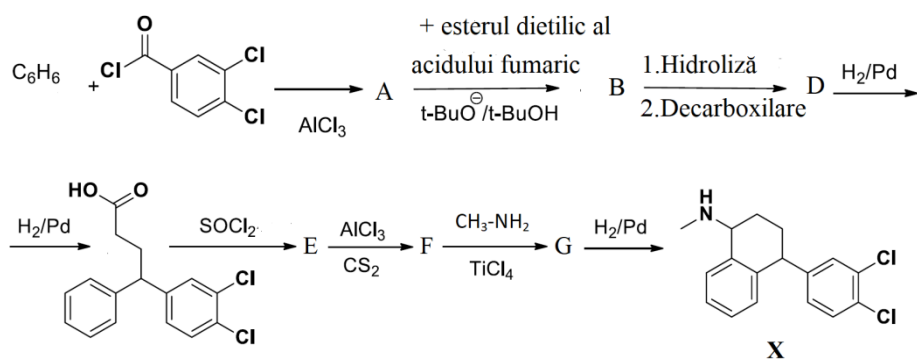
Substanța (G) se poate sintetiza conform schemei de reacții:



- Identificați substanțele notate cu literele (A), (B), (C), (D), (E) și (F) și scrieți formulele de structură ale acestora.
- Substanța (A) din schema de reacții se poate obține plecând de la o-nitrotoluen și benzen folosind reacții de clorurare, alchilare și reducere. Scrieți ecuațiile reacțiilor de obținere a substanței (A).

Subiectul B.....13 puncte

Compusul notat cu litera (X) în următoarea schemă de reacții face parte din grupa medicamentelor antidepresive numite și inhibitori selectivi ai recaptării serotoninei.



1. Notați numărul atomilor de carbon asimetric din molecula compusului (X).
2. Identificați substanțele notate cu literele (A), (B), (D), (E), (F) și (G) și scrieți formulele de structură ale acestora.

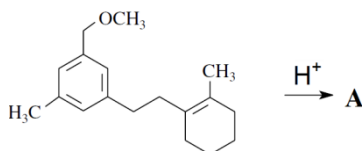
Subiectul al III-lea

20 de puncte

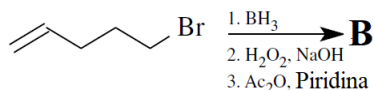
Subiectul A. **11 puncte**

1. Scrieți formulele structurale ale compuşilor majoritari din fiecare şir de reacții:

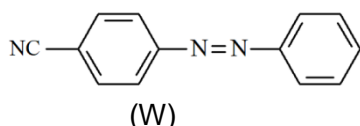
a.



b.



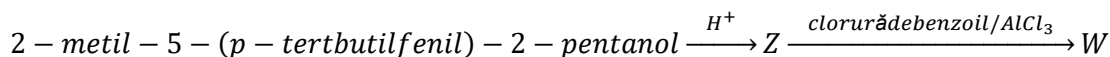
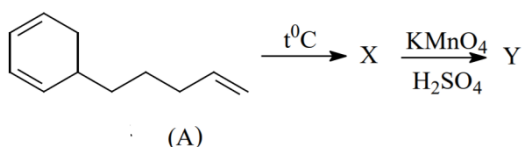
2. a. Utilizând anilina și compuși anorganici corespunzători, scrieți succesiunea de reacții prin care se poate prepara, în 4 etape, compusul (W):



- b. Scrieți formulele structurale ale stereoizomerilor compusului (W).

Subiectul B. **9 puncte**

Se consideră următoarele scheme de transformări:



1. Notați denumirea substanței (A).
2. Știind că substanța (X) are N.E. = 4, identificați substanțele notate cu literele (X) și (Y) și scrieți formulele de structură ale acestora.
3. Scrieți formula de structură a compusului *2 - metil - 5 - (p - tertbutilfenil) - 2 - pentanol*.
4. Identificați substanțele notate cu literele (Z) și (W) și scrieți formulele de structură ale acestora.

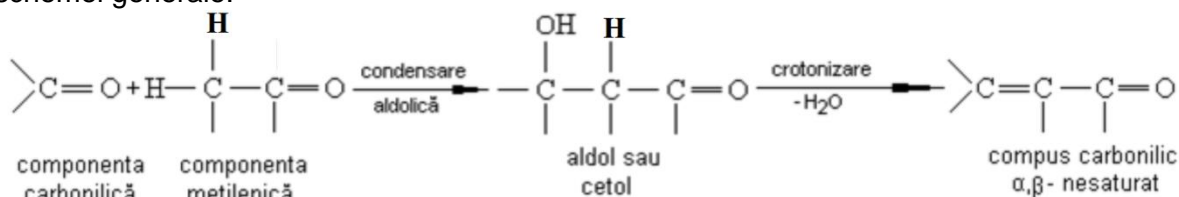
Subiectul al IV-lea

30 de puncte

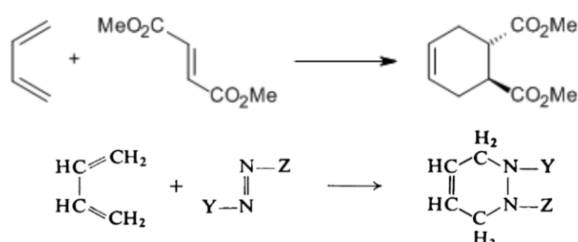
Subiectul A18 puncte

Informații:

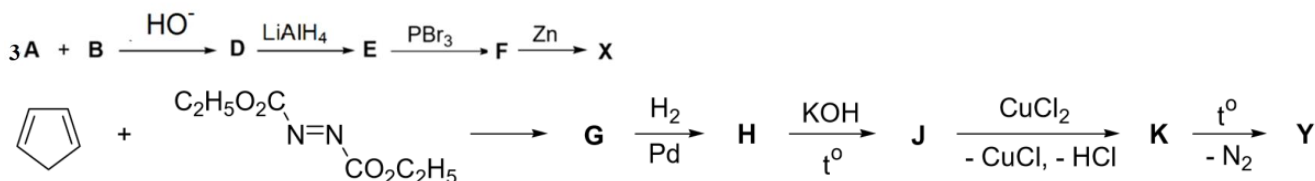
1. Condensarea aldolică și crotonică a compușilor carbonilici (în mediu acid sau bazic), conform schemei generale:



2. Reacția Diels-Alder este cunoscută pentru formarea ciclurilor hexaatomice, utilizând 1,3-diene și dienofili. Variante ale acestei reacții implică folosirea 1,3-dienelor și a heterodienofililor. Unul dintre cei mai întâlniți heteroatomi este azotul.

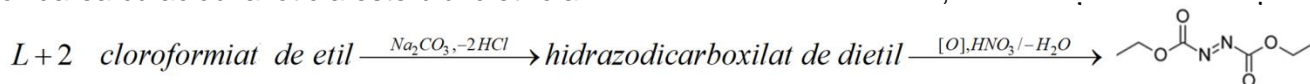


Hidrocarbura cu formula moleculară C_5H_8 prezintă 5 izomeri de constituție care nu decolorează apa de brom. 2 dintre cei 5 izomeri, notați cu literele (X) și (Y), se pot obține în următoarele șiruri de reacții:



Compușii A și B, $\mu_A < \mu_B$, se obțin prin ozonoliza hidrocarbunii care conține 85,71% C, procente masice.

1. Scrieți formulele structurale ale celor 5 izomeri de constituție.
2. Identificați compușii notați cu literele (A), (B), (D), (E), (F), (G), (H), (J), (K), (X) și (Y) și scrieți formulele de structură ale acestora.
3. Esterul dietilic al acidului azodicarboxilic a fost obținut sub formă de ulei galben-portocaliu prin oxidarea cu acidul azotic a esterului dietilic al acidului hidrazodicarboxilic, conform șirului de reacții:



Scrieți ecuațiile celor două reacții din șirul de mai sus, identificând substanța (L).

Subiectul B12 puncte

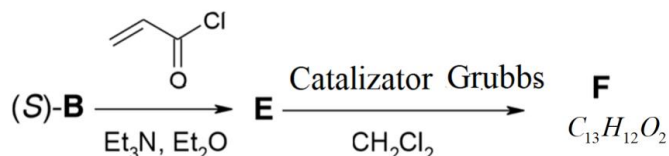
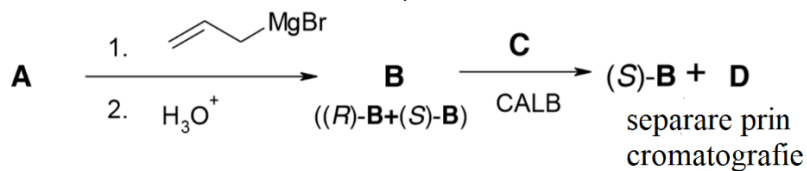
Cercetători în farmacologie moleculară și aplicată ai Universității din Sevilla au arătat că goniotalamina are acțiuni antitumorală și antiinflamatorie și ar putea fi o nouă țintă terapeutică în tratamentul pacienților cu cancer.

Sinteza stereozomerului (S)-goniotalamina are loc în mai multe etape:

- în primă etapă compusul A, care are conținutul masic de carbon de 81,81%, poate fi obținut prin reacția aldehidei benzoice cu acetaldehidă în mediu bazic;
- în următoarea etapă de sinteză, compusul A reacționează cu bromură de alilmagneziu urmată de hidroliză și conduce la produsul B, sub forma unui amestec racemic (R)-B + (S)-B;
- pentru a izola enantiomerul (S)-B, amestecul racemic este supus transesterificării cu esterul C (un ester al acidului acetic, cu masa molară 86 g/mol) în prezența catalizatorului - enzima CALB (lipaza B din Candida antarctica).

Această enzimă are enantioselectivitate în raport cu alcoolii secundari optic activi și catalizează numai transesterificarea alcoolilor de configurație (R). Transesterificarea produce un amestec de compus D și de stereoisomer (S)-B, care este separat prin cromatografie.

- compusul (S)-B separat formează compusul E în reacție cu clorură de propenoi;
- prin încălzirea compusului E cu un catalizator Grubbs, se formează compusul F (S-goniotalamina) cu formula moleculară $C_{13}H_{12}O_2$ și etenă.



1. Scrieți formula structurală a compusului A (inclusiv stereochemia), știind că este izomerul mai stabil care se formează în reacție.
2. Scrieți formula structurală a compusului B (care nu include stereochemia).
3. Scrieți formula structurală și denumirea substanței C.
4. Scrieți formulele structurale ale stereoisomerilor D, E și F.

- mase atomice: H-1, C-12, O-16.

Subiecte selectate și prelucrate de:

1. prof. Gheorghe Costel - Colegiul Național „Vlaicu Vodă”, Curtea de Argeș
2. prof. Daniela Tudor - Colegiul Național „Mihai Viteazul”, București
3. prof. Constantin Guceanu - Colegiul Național „Mihai Eminescu”, Botoșani

Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare
OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
22 februarie 2020
Clasa a XII-a

- Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.
- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza informațiile de mai jos.

INFORMAȚII:

1) Electrocul de chinhidronă este un electrod redox care constă dintr-un fir de platină cufundat într-o soluție ce conține un amestec echimolar de p-benzochinonă (Q) și hidrocchinonă (QH₂). Electrocul de chinhidronă este folosit ca electrod indicator de pH. Procesul de electrod este dat de ecuația: $Q + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons QH_2$.

2) Pentru procesul de reducere: $ox + ne^- \rightarrow red$, ecuația lui Nernst, la 25⁰ 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.

3) O soluție tampon bazic conține o bază slabă și sarea acesteia cu un acid tare. Într-o soluție tampon bazic concentrația molară a ionilor hidroxid este dată de relația: $[HO^-] = K_b \cdot \frac{C_b}{C_s}$, unde C_b este concentrația molară a bazei slabe, C_s este concentrația sării acesteia cu un acid tare, iar K_b este constanta de bazicitate a bazei slabe.

4) $pK_b = -\lg K_b$; $K_w = [H^+] \cdot [HO^-]$

5) Dezintegrarea radioactivă decurge după o cinetică de ordinul 1: $\ln \frac{N_0}{N} = \lambda \cdot t$, în care N_0 - numărul inițial de nuclizi, N - numărul de nuclizi la momentul t , iar λ - constanta de viteză.

6) $\Delta_r G_T^0 = \Delta_r H_T^0 - T \cdot \Delta_r S_T^0$ $\Delta_r G_T^0$ - entalpia liberă de reacție standard la temperatura T , $\Delta_r H_T^0$ - entalpia de reacție standard la temperatura T , iar $\Delta_r S_T^0$ - variația de entropie care însoțește reacția chimică

$$\Delta_r S_T^0 = \sum n_{\text{produsi}} \cdot S_{\text{produsi}}^0 - \sum n_{\text{reactanti}} \cdot S_{\text{reactanti}}^0$$

$\Delta_r G_T^0 = -RT \ln K_x$, unde K_x - constanta de echilibru exprimată folosind fracțiile molare

7) Pentru o reacție de ordinul 1, 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

- mase atomice: H- 1, C- 12, O- 16, Cl- 35,5 Cu- 64.

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

- 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 de puncte

Într-un calorimetru se dizolvă 0,47 g de fenol în 149,53 g de cloroform și se obține soluția S_1 , degajându-se 42 cal. Într-un alt calorimetru se dizolvă 1,41 g de fenol în 448,59 g de cloroform și se obține soluția S_2 . Temperatura inițială a substanțelor și a sistemelor calorimetrice este de 25⁰ C. Se neglijează capacitatea calorică a calorimetrelor și se consideră că întreaga cantitate de căldură degajată la dizolvare este preluată de soluțiile preparate. Căldura specifică a celor două soluții se consideră identică cu cea a cloroformului, $c = 4 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

a) Calculați entalpia molară standard de dizolvare a fenolului, 25⁰ C.

b) Determinați căldura degajată la prepararea soluției S_2 .

c) Precizați temperatura maximă atinsă, după dizolvare, de către soluția S_2 .

Subiectul al II-lea

25 de puncte

Constanta de bazicitate, K_b , a unei baze slabe BOH se poate determina prin efectuarea unui experiment potențiomtric în care o soluție de bază slabă BOH este titrată cu o soluție de acid clorhidric. Se construiește o pilă electrică folosindu-se 50 mL de soluție, în care concentrația bazei slabe BOH este 0,02 M și care conține chinhidronă (amestec echimolar de p-benzochinonă (Q) și hidrochinonă (QH₂)). În soluție se introduc un electrod de Pt și un electrod de calomel saturat (ECS) ($Hg_{(l)} / Hg_2Cl_{2(s)} / KCl_{(aq, sat)}$), conectat la borna pozitivă a milivoltmetrului. Titrarea bazei BOH se face cu o soluție de acid clorhidric 0,1 M. Înregistrându-se forța electromotoare a pilei electrice pentru diferite volume de soluție de acid clorhidric adăugate, la temperatura constantă de 25° C, s-au obținut următoarele date:

V (mL) soluție HCl adăugată	1	2	3	4
E_{cel} (V)	0,155	0,134	0,120	0,109
pH				
pK_b				

- a) Scrieți ecuațiile reacțiilor care au loc la electrozi și ecuația reacției generatoare de curent electric.
b) Reprezentați simbolic pila electrică.
c) Calculați valoarea forței electromotoare standard a pilei electrice.
d) Deduceți expresia tensiunii electromotoare a pilei electrice în funcție de pH-ul soluției.

Copiați, pe foaia de concurs, tabelul de mai sus și completați-l după efectuarea cerințelor de la subpunctul e).

- e) Calculați pH-ul soluției pe parcursul titrării și exponentul de bazicitate, pK_b .
f) Precizați valoarea constantei de bazicitate (K_b) a bazei slabe BOH.

Se cunosc:

- potențialele de reducere standard: $\varepsilon_{Q|QH_2}^0 = 0,696 \text{ V}$, $\varepsilon_{ECS}^0 = 0,246 \text{ V}$.

- produsul ionic al apei, la 25° C, este $K_w = 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$

Subiectul al III-lea

30 de puncte

A. Pila Daniell-Jacobi este cea mai cunoscută celulă electrochimică. Un student a construit o pilă Daniell-Jacobi folosind câte 100 cm³ de soluție de CuSO₄ 0,100 M, și, respectiv soluție de ZnSO₄ 0,100 M. Cele două semicelule sunt conectate printr-o punte de sare.

- a) Calculați forța electromotoare a pilei Daniell-Jacobi, presupunând că temperatura din laborator este de 25° C.

Un coleg i-a cerut studentului CuCl₂ solidă. În timp ce studentul ridica sticla de pe raft, dopul sticlei a alunecat și o cantitate mică de CuCl₂ a căzut în semicelula cu soluție de CuSO₄. Studentul a măsurat din nou tensiunea electromotoare a pilei și a constatat că aceasta a crescut cu 3 mV. Se neglijează variația volumului soluției de electrolit din semicelula în care a căzut CuCl₂.

- b) Calculați masa de CuCl₂, exprimată în grame, care s-a vărsat în pila Daniell-Jacobi.

După ce a efectuat calculele, studentul a aruncat soluțiile din ambele compartimente și a spălat bine celula. A umplut compartimentele cu câte 100 cm³ din soluțiile inițiale de CuSO₄, și, respectiv ZnSO₄. Pila a debitat un curent electric de 10 mA, timp de 2,77 ore. Se neglijează variația volumului soluției de electrolit din cele două semicelule.

- c) Calculați care au fost concentrațiile ionilor Cu²⁺ și Zn²⁺ din pilă, după 2,77 ore.

O pilă de concentrație folosește electrozi identici în ambele semicelule, umplute cu același electrolit, dar de concentrații diferite. Studentul a decis să-și transforme pila Daniell-Jacobi într-o pilă de concentrație. Acesta a umplut cele două semicelule cu soluții de CuSO₄ de concentrație 2,50 M, și, respectiv 0,017 M, în care a introdus doi electrozi metalici de cupru pur.

- d) Calculați forța electromotoare a pilei de concentrație.

Se cunosc:

- potențialele de reducere standard: $\varepsilon_{Cu^{2+}|Cu}^0 = 0,342 \text{ V}$, $\varepsilon_{Zn^{2+}|Zn}^0 = -0,762 \text{ V}$

Ministerul Educației și Cercetării
Centrul Național de Evaluare și Examinare

B. Izotopul radioactiv $^{14}_6\text{C}$, având timpul de înjumătățire, $t_{1/2}$, de 5730 de ani, ia naștere în natură prin bombardarea izotopilor $^{14}_7\text{N}$ din aerul atmosferic de către neutronii din radiațiile cosmice. Izotopul $^{14}_6\text{C}$ participă, alături de ceilalți izotopi ai carbonului, la circuitul carbonului în natură, ajungând astfel în organismele vii. Cantitatea de izotop $^{14}_6\text{C}$ din mediu, inclusiv din organismele vii, este constantă. În sistemele vii, activitatea nuclidului $^{14}_6\text{C}$ este de 255 Bq la 1 kg de carbon. (Activitatea unui nuclid (numită eronat radioactivitate) reprezintă numărul de nuclee care se dezintegrează în unitatea de timp. Unitatea de măsură pentru activitatea unui nuclid, în Sistemul Internațional, este Bq (Becquerel), iar $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$). Când organismele vii mor, viteza de dezintegrare a nuclidului $^{14}_6\text{C}$ scade.

În anul 2020, într-o săpătură arheologică a unui adăpost uman, a fost obținut un eșantion de cărbune dintr-o groapă de foc. Acest eșantion a fost format când ocupanții timpurii ai adăpostului au ars lemne pentru gătit. Pentru 100 mg de cărbune (conținând 87% carbon) activitatea nuclidului $^{14}_6\text{C}$ a fost de 0,328 dezintegrări/minut.

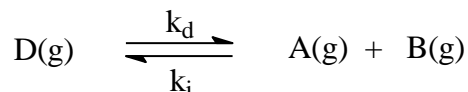
a) Calculați anul în care a fost ars lemnul în adăpost.

b) Determinați care a fost activitatea eșantionului de cărbune, exprimată prin numărul de dezintegrări/minut, în anul 100 î.e.n.

Subiectul al IV-lea

30 de puncte

Ecuția reacției de disociere a compusului D(g) este:



Se cunosc următoarele date termodinamice:

	A(g)	B(g)	D(g)
$\Delta_f H_{400 \text{ K}}^0$ ($\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$)	-292,5	+3,5	-346,52
$S_{400 \text{ K}}^0$ ($\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)	260,4	233,3	335

De asemenea, entalpia liberă de reacție standard, la 270°C , este, $\Delta_r G_{543 \text{ K}}^0 = -29 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$.

a) Calculați entalpia liberă de reacție standard, la 127°C .

b) Calculați valoarea constantei de echilibru K_x la 127°C și, respectiv la 270°C .

Într-un cilindru cu piston se introduc 0,5 mol D(g).

c) Calculați gradul de disociere al compusului D(g) atunci când incinta este menținută la presiunea constantă de 1 atm și termostată la 127°C și, respectiv, la 270°C .

Pe baza concluziei desprinse din valoarea gradului de disociere, la 270°C , s-a decis studiul cinetic al disocierii compusului D(g). Într-o incintă vidată, nedeformabilă s-a introdus 1 mol de compus D(g). Valorile presiunii totale (P) din incinta termostată la 270°C , la diferite momente, sunt:

t (min)	0	50	100	150
P (atm)	0,4452	0,4801	0,5122	0,5418

Se consideră că amestecul de reacție se comportă ca un gaz perfect:

d) Calculați volumul incintei folosite la studiul cinetic al disocierii compusului D(g).

e) Deduceți expresia presiunii parțiale a gazului D (P_D) la un moment dat, în funcție de presiunea totală (P) din sistem și de presiunea inițială (P_0).

f) Calculați presiunea din incintă în momentul în care, practic, tot gazul D a disociat.

g) Arătați că rezultatele experimentale de mai sus dovedesc că disocierea gazului D respectă o cinetică de ordinul 1.

h) Determinați timpul de înjumătățire al gazului D.

Subiecte selectate și prelucrate de:

prof. Vasile Sorohan, Colegiul Național "Costache Negruzzi", Iași

prof. Irina Popescu, Colegiul Național "I.L. Caragiale", Ploiești

prof. Iuliana Costeniuc, Colegiul Național "Grigore Moisil", București