

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a VII-a

- ***Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul periodic al elementelor chimice care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.***
- ***Timpul de lucru efectiv este de trei ore.***

Subiectul I

30 de puncte

- A.** Se consideră următoarele amestecuri: (1) alcool și praf de cretă, (2) apă și ulei, (3) pilitură de fier și pilitură de cupru, (4) apă și sare, (5) iod și nisip.
- Precizează operația de separare folosită pentru a separa substanțele din fiecare din amestecurile de mai sus.
 - Notează denumirile ustensilelor de laborator necesare efectuării operațiilor de separare pentru amestecurile (1) și (5).
 - Notează tipul amestecurilor (2) și (4), având în vedere compoziția acestora.
 - Notează o proprietate chimică a cuprului și o proprietate fizică a iodului.
 - Calculează procentajul de iod din amestecul (5) cu masa de 2 g, știind că la finalul operației de separare au rămas 0,4 g de nisip. Se consideră că în timpul operației de separare nu au loc pierderi.
- B.** Se consideră elementele chimice X și Y. Ionul X^{3+} este izoelectronic cu atomul gazului rar din perioada a 2-a, iar în 15,5 g element Y sunt $3,011 \cdot 10^{23}$ atomi.
- Identifică, prin calcul, cele două elemente chimice.
 - Reprezintă procesele de ionizare pentru elementele date și precizează caracterul lor chimic.
 - Scrie formulele chimice și denumirile pentru 2 oxiacizi formați de elementul Y.
 - Scrie formulele chimice ale sărurilor neutre și acide pe care elementul X le formează cu oxiacidul elementului chimic Y în care acesta are valența superioară.
- C.** O probă dintr-un aliaj de Cu-Zn, cu masa 966 g, conține o anumită cantitate de staniu. Aliajul are un conținut de 40,372% zinc, procente masice, iar raportul molar Cu : Sn = 3 : 1. Calculează masa de staniu din proba de aliaj.

Subiectul al II-lea

20 de puncte

- A.** Un amestec echimolar a doi oxizi ai clorului conține 57,485% oxigen, procente masice. Diferența dintre numărul atomilor de oxigen din moleculele celor doi oxizi este egală cu 2.
- Determină, prin calcul, formulele chimice ale oxizilor din amestec.
 - Notează denumirile celor doi oxizi ai clorului.
- B.** Urzica, denumită și „foc vindecător”, face parte din categoria plantelor care consumate primăvara ajută organismul să-și revină după o iarnă în care a fost lipsit de nutrienți. Urzicile conțin fier, potasiu, zinc și magneziu. În 100 g de urzici sunt aproximativ 164 mg de fier, iar necesarul zilnic de fier pentru un copil este de 45 mg.
- Într-o probă de urzici sunt $23,848 \cdot 10^{23}$ protoni în nucleeele atomilor de fier, magneziu și zinc, iar raportul molar Fe : Mg : Zn = 3 : 2 : 1.
- Calculează masa probei de urzici.
 - Determină numărul de zile în care este asigurat necesarul de fier, dacă s-ar consuma urzicile din probă.

Subiectul al III-lea

25 de puncte

A. Într-un pahar Berzelius se amestecă 250 g apă distilată cu 197,65 g de hidroxid de potasiu cu 15 % impurități insolubile și cu 306 g soluție de hidroxid de potasiu, de concentrație procentuală masică 18,3%. Amestecul obținut se filtrează, filtratul fiind recuperat. Cu ajutorul unui cilindru gradat se măsoară 100 mL din soluția (S_1) rămasă după filtrare și se introduc într-un balon cotat cu volumul de 200 mL. Se completează până la semn cu apă distilată ($\rho = 1 \text{ g/mL}$), obținându-se soluția (S_2). Știind că densitatea soluției (S_1) este 1,286 g/mL și că în timpul operației de filtrare nu au loc pierderi, calculează:

- Concentrația procentuală masică a soluției (S_1).
- Procentajul masic de hidrogen din soluția (S_1).
- Calculează concentrația procentuală masică a soluției (S_2).

B. Piatra de alaun, denumită și piatra acră, este cunoscută și apreciată pentru beneficiile pe care le are asupra pielii, fiind un remediu natural împotriva transpirației. Piatra de alaun este un cristalohidrat cu formula chimică $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ce conține 45,57% apă de cristalizare. O probă de 23,7 g piatră de alaun se dizolvă în $50,181 \cdot 10^{23}$ molecule de apă.

- Determină, prin calcul, formula chimică a alaunului.
- Calculează concentrația procentuală masică a soluției obținute.

Subiectul al IV-lea

25 de puncte

A. Într-un pahar Berzelius sunt 96,9 g de amestec (A) format din câte 0,2 mol din compușii X, Y și Z. Compușii X și Y sunt cloruri metalice, iar compusul Z este un cristalohidrat. Amestecul solid are compoziția procentuală masică: 9,907% Mg, 22,291% Ag, 21,981% Cl, 6,604% S, 2,889% H și 36,326% O. În paharul Berzelius se adaugă 100 g de apă distilată, iar după agitare cu o baghetă din sticlă se obține un amestec eterogen, care se filtrează.

- Calculează raportul atomic Mg : Ag : Cl : S : H : O din amestecul (A).
- Determină formulele chimice ale compușilor X, Y și Z.
- Calculează compoziția procentuală masică a soluției după filtrare.

B. Clorofila este un pigment de culoare verde, esențial în procesul de fotosinteză. În compoziția sa clorofila are elementele chimice: carbon, hidrogen, oxigen, azot și magneziu.

Se cunosc următoarele date:

- raportul atomic N : Mg = 4 : 1, iar raportul atomic H : N = 18 : 1.
 - suma dintre numărul protonilor din nucleeele atomilor de carbon și cei din nucleeele atomilor de oxigen este 370, iar diferența dintre numărul de neutroni este 290.
 - hidrogenul se găsește în clorofilă în procent masic de 8,071%.
- Determină formula chimică a clorofilei.

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

Subiecte propuse de:

prof. Claudia Emilia Anghel, de la Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu” din București

prof. Monica Cristina Palade, de la Liceul Teoretic „Brâncoveanu Vodă” din Urlați, Prahova

prof. Silvia Petrescu, de la Colegiul Național „Nicolae Bălcescu” din Brăila

prof. Steluța Popescu, de la Școala Gimnazială „Nanu Muscel” din Câmpulung, Argeș

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

1																	18	
	1A															8A		
1	1															2		
	H	2															17	
	1.008	He															7A	
		4.003																
3	Li	4	Be															10
	6.941		9.012															Ne
			20.18															
11	Na	12	Mg															18
	22.99		24.31															Ar
			39.95															
19	K	20	Ca															36
	39.10		40.08															Kr
			83.80															
37	Rb	38	Sr															54
	85.47		87.62															Xe
			131.3															
55	Cs	56	Ba															86
	132.9		137.3															Rn
			(222)															
87	Fr	88	Ra															118
	(223)		(226)															Og
			(294)															

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
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

A. O substanță compusă are în compoziție trei elemente chimice A, B și D. Se cunosc informațiile:

- Raportul dintre numerele atomice ale elementelor B și D este 2.
 - Diferența dintre numerele atomice ale elementelor A și D este 5.
 - Numărul atomic al elementului A este cu 3 mai mic decât numărul atomic al elementului B.
- a. Identifică elementele chimice notate cu literele A, B și D.
- b. Scrie formulele chimice posibile ale substanțelor ternare care au în compoziție elementele chimice A, B și D și notează denumirea acestora.
- c. Calculează numărul total al ionilor din 2,5 mol de compus binar format din elementele chimice A și D.

B. O substanță ionică binară conține ioni cu configurații stabile de octet. Numărul electronilor din cation este de 1,8 ori mai mare decât numărul electronilor din anion, iar raportul sarcinilor nucleare ale ionilor este 2,5. Identifică substanța ionică și scrie formula chimică a acesteia. Utilizează informații din Tabelul periodic.

C. Un metal A, în reacția cu HCl, formează o substanță X, ce conține 55,91% clor. Același metal formează cu clorul un compus Y, ce conține 65,54% clor, iar în reacția cu vaporii de apă formează un oxid Z.

- a. Pe baza informațiilor din text, identifică metalul A și oxidul Z și determină, prin calcul, formulele chimice ale substanțelor notate cu literele X și Y.
- b. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice prin care se obțin substanțele X, Y, Z.
- c. Precizează denumirea minereului în care se găsește, în natură, oxidul Z.

D. Completează ecuațiile reacțiilor chimice posibile. Dacă apreciezi că o reacție chimică nu este posibilă, argumentează de ce nu poate avea loc.

- a. $K + O_2 \rightarrow$
- b. $NaN_3 \rightarrow$
- c. $Al + HNO_3 \rightarrow$
- d. $Na + NH_3 \rightarrow$
- e. $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2 \rightarrow$
- f. $NaCl + Br_2 \rightarrow$

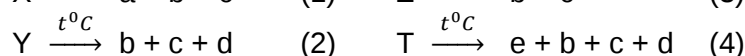
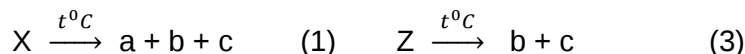
Subiectul al II-lea

20 de puncte

A. Un amestec de acid azotic și acid clorhidric conține 1,9084% H, procente masice.

- a. Determină compoziția amestecului de acizi, exprimată în procente de masă.
- b. Pentru fiecare acid din amestec, scrie ecuația unei reacții de combinare prin care poate fi obținut.

B. Se consideră următoarele ecuații ale reacțiilor de descompunere termică a unor săruri neutre de amoniu:



Se cunosc informațiile: "a" este un oxid metalic ce conține 68,42% crom, procente masice, "b" este un gaz incolor, inodor, component majoritar al aerului, "d" este un gaz indispensabil vieții, "e" un hidracid cunoscut și sub numele de spirt de sare. În reacția (4), raportul molar $T : d = 4 : 5$.

- a. Identifică substanțele notate cu literele: a, b, c, d, e, X, Y, Z, T.
- b. Scrie ecuațiile reacțiilor chimice de la (1) la (4).
- c. Precizează modificarea de culoare care se observă în cazul reacției (1).

Subiectul al III-lea

25 de puncte

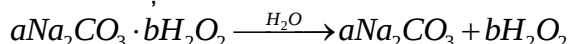
- A.** Semiconductorii sunt fabricați din siliciu de înaltă puritate.
Acest element chimic a fost obținut de J.J. Berzelius prin acțiunea sodiului asupra tetrafluorurii de siliciu - reacția 1.
Siliciul, se obține de regulă, din dioxidul de siliciu prin reducere cu cărbune - reacția 2.
Siliciul impur, rezultat din reacția 2, reacționează la temperatură ridicată cu un hidracid HX (impuritățile nu reacționează cu hidracidul). Se formează un compus ternar **A** care conține 20,66% Si, procentaj masic – reacția 3.
Are loc și o reacție secundară între siliciu și hidracid - reacția 4, cu formarea compusului binar **B**, în care procentajul masic al siliciului este de 16,47%.
Prin reacția compusului **A** cu hidrogen - reacția 5, se obține siliciu pur.
Acest semimetal este rezistent la acțiunea acizilor, fiind atacat doar de acidul fluorhidric - reacția 6.
În soluție, produsul reacției 6 se combină cu excesul de acid fluorhidric, formând acid hexafluorosilicic - reacția 7.
- Determină, prin calcul, formulele chimice ale substanțelor **A** și **B**.
 - Identifică hidracidul HX.
 - Scrive ecuațiile reacțiilor numerotate în text cu cifre de la 1 la 7.
 - O probă de 20 g de siliciu brut, de puritate 98%, rezultat din reacția 2, reacționează cu hidracidul HX în reacția 3, în proporție de 92%, iar restul în reacția 4. Soluția de hidracid HX are concentrația procentuală masică 24%, densitatea 1,12 g/mL și se folosește în exces de 2%, față de cantitatea teoretic necesară. Calculează volumul total al soluției de hidracid HX folosit în reacțiile 3 și 4.
- B.** Într-un pahar Berzelius care conține 200 g soluție de AgNO_3 de concentrație procentuală masică 17% se introduce o plăcuță de cupru. După consumarea totală a azotatului de argint, se scoate plăcuța, se usucă și se cântărește, determinându-se o masă a plăcuței de 25,2 g. În soluția rămasă în paharul Berzelius se introduce o altă plăcuță, de fier, cu masa egală cu masa inițială a plăcuței de cupru.
- Scrive ecuațiile reacțiilor chimice care au loc.
 - Calculează masa inițială a plăcuței de cupru.
 - Determină masa plăcuței de fier, la finalizarea reacției.

Subiectul al IV-lea

25 de puncte

A. Denumirea de înălbitor se referă la orice compus chimic util pentru albirea hainelor, deschiderea culorii părului, îndepărtarea petelor și albirea dinților. Astăzi, fiecare gospodină preferă să folosească înălbitor pe bază de oxigen în loc de înălbitor pe bază de clor, care acționează agresiv. Apa oxigenată este un compus generator de oxigen, cu acțiune eficientă ca înălbitor, dar depozitarea și transportul acesteia sunt dificile din cauza instabilității sale. Există mai multe modalități de stocare a apei oxigenate sub formă solidă, dintre care amintim percarbonatul de sodiu (I) și Hyperol sau UHP (II).

I. Percarbonatul de sodiu este un "aduct" solid de carbonat de sodiu și apă oxigenată cu formula chimică $a\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot b\text{H}_2\text{O}_2$ (a și b sunt numere naturale), care în contact cu apa produce carbonat de sodiu și apă oxigenată, conform ecuației chimice:



II. Hyperol sau UHP este un material solid ce conține, în raport echimolar uree notată cu **X** și apă oxigenată, cu formula chimică $\text{X} \cdot \text{H}_2\text{O}_2$. În contact cu apa, din Hyperol sau UHP, se separă instantaneu uree și apă oxigenată.

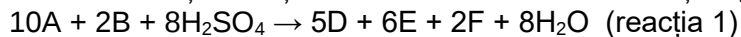
Ureea este o substanță ce conține C, H, O, N, are masa molară 60 g/mol și un conținut de azot de 46,66% procentaj masic. Se obține prin reacția dintre două gaze Y și Z, la presiune și temperatură ridicate, când se formează și apă. Compusul Y este un gaz incolor, cu miros înțepător, care dizolvat în apă formează o soluție ce colorează fenolftaleina în roșu, iar Z este un gaz incolor, inodor, care prin prezența sa în atmosferă, produce „efect de seră”.

- Scrive ecuația reacției de obținere a oxigenului din apă oxigenată.

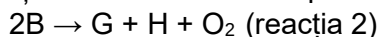
Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

- b.** S-au supus analizei 62,8 g de "aduct" solid de carbonat de sodiu și apă oxigenată din care s-au obținut 6,048 L oxigen măsurat în condiții normale, cu un randament de 90%. Determină formula chimică a "aductului" $aNa_2CO_3 \cdot bH_2O_2$ știind că masa molară $M < 350$ g/mol.
- c.** Determină formula chimică a ureei.
- d.** Identifică gazele Y, Z și scrie ecuația reacției de obținere a ureei.

B. Se consideră ecuația reacției chimice care are loc în soluție apoasă:



Substanța solidă B se descompune la 200-250°C conform ecuației reacției:



Se cunosc:

- substanțele A, B, E, G sunt săruri ale aceluiași metal alcalin X care colorează în violet flacăra unui bec de gaz;
- substanța A este binară;
- substanțele B, E, F, G sunt oxosăruri;
- în substanța B elementele se găsesc în raport atomic 1 : 1 : 4;
- substanța B conține anion poliatomic, cu sarcina electrică -1 și 58 de electroni;
- substanța D este simplă și are proprietatea de a sublima;
- substanța H este un oxid metalic folosit drept catalizator în reacția de descompunere a cloratului de potasiu și conține 36,781% oxigen, procente masice.

a. Identifică metalul X.

b. Determină, prin calcul, formula chimică a substanței H și scrie ecuația reacției de descompunere a cloratului de potasiu.

c. Identifică substanțele notate cu literele A, B, D, E, F, G și scrie formulele chimice ale acestora.

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

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

Subiecte propuse de:

prof. Anița Lunčan de la Colegiul Național „Emanuil Gojdu” din Oradea

prof. Liliana Manole de la Liceul Teoretic „Anghel Saligny” din Cernavodă

prof. Carmen Daniela Nechita de la Liceul Teoretic „Grigore Antipa” din Botoșani

prof. Liliana Elena Voinea de la Colegiul Național „I.L. Caragiale” din București

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18	8A	2	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	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	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	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131
----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

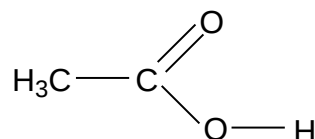
OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a IX-a

- 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 (30 de puncte)

A...... 13,5 puncte

a) Experimente efectuate pentru determinarea masei molare au arătat că acidul acetic pur ($\text{CH}_3 - \text{COOH}$) are masa molară 120 g/mol. Explică această valoare știind că structura acidului acetic este cea de mai jos:



b) Aranjează în ordinea creșterii punctelor de topire substanțele: CaO , Na_2O , Cs_2O , MgO . Explică variația punctelor de topire pentru aceste substanțe.

c) Paramagnetismul este o formă de magnetism prin care unele substanțe sunt slab atrase de un câmp magnetic aplicat extern. Paramagnetismul se datorează prezenței electronilor necuplați. Notează configurațiile electronice și aranjează, în ordinea crescătoare a capacității paramagnetice, speciile chimice: Fe^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Cr , Cu^+ .

d) Pentru fiecare din perechile următoare de substanțe, alege substanța cu punctul de fierbere mai ridicat. Argumentează.

- (1) CF_4 și CCl_4 ; (2) HF și HCl ; (3) HBr și HI ; (4) Br_2 și ICl .

B...... 3 puncte

Aranjează în ordinea crescătoare a energiei necesare pentru îndepărtarea unui electron următoarele specii chimice și argumentează alegerea:

- a) K^+ , Ar , Cl^- ; b) Fe , Fe^{2+} , Fe^{3+} .

C...... 6 puncte

Modelează formarea legăturilor chimice din următoarele specii chimice: PCl_5 , CS_2 , HClO_4 , BF_3 , BF_4^- , POCl_3 .

D...... 5 puncte

Scrive ecuațiile reacțiilor prin care se poate obține hidroxidul de tetraaminocupru(II), folosind ca materii prime: cupru, H_2SO_4 , aer lichid și apă (maxim 5 etape).

E...... 2,5 puncte

La temperatura de 0°C solubilitatea amoniacului este 90 g/100 g H_2O . Exprimă solubilitatea amoniacului în L NH_3 /L H_2O la aceeași temperatură. Se consideră densitatea apei la 0°C de 1 g/mL.

Subiectul al II-lea (30 de puncte)

A...... 21 puncte

Se consideră schema de reacții:

- 1) $a + b \rightarrow c$
- 2) $a + d \rightarrow e$
- 3) $b + d \rightarrow f$
- 4) $c + g \rightarrow h$
- 5) $e + g \rightarrow h + i$
- 6) $i + b \rightarrow f + g$
- 7) $f + b \rightarrow j$

- 8) $j + g \rightarrow k + f$
9) $k + i \rightarrow l$
10) $l \xrightarrow{t < 170^{\circ}\text{C}} m + g$
11) $l \xrightarrow{t > 170^{\circ}\text{C}} b + d + g$
12) $l + n \rightarrow o + k$

Se cunosc următoarele:

- elementele din care sunt formate substanțele simple **a**, **b**, **d** se găsesc în aceeași perioadă a Tabelului Periodic;
- substanța **d** a fost denumită de Antoine Lavoisier de la cuvântul grecesc $\alpha\zeta\omega\tau\omicron\varsigma$, însemnând „fără viață”;
- substanțele **h** și **i** sunt substanțe cu caracter bazic;
- **i** este un gaz cu miros înțepător;
- substanța **h** conține 66,66% O;
- în substanța binară **f** raportul atomic este 1 : 1;
- **l** este o substanță ternară ce conține 5% H (procente masice);
- masa molară a substanței **d** este 35% din masa molară a substanței **l**;
- substanța **n** este un oxoacid al sulfului cu raportul de masă H : S : O = 1 : 16 : 32;
- substanța **o** este un compus ionic, în care anionul și cationul au valențe egale.

a) Identifică, prin calcul, formulele substanțelor **h**, **l** și **n**.

b) Identifică celelalte substanțe din schemă.

c) Scrie ecuațiile reacțiilor din schemă.

B. 9 puncte

a) Scrie formulele chimice ale speciilor moleculare de amoniac care conțin deuteriu.

b) Având la dispoziție apă, apă grea (D_2O), amoniac, litiu și azot scrie ecuațiile reacțiilor de obținere a compușilor de la **subpunctul a**.

Subiectul al III-lea (20 de puncte)

A. 12 puncte

Prin dizolvarea în apă a 4000 g de oleum, care conține 34,1224 % S, se obține acid sulfuric pur.

a) Determină concentrația în procente de masă a SO_3 în oleum.

b) Determină masa de acid sulfuric pur care se obține.

c) Din acid sulfuric pur se obțin, prin diluare cu apă, 2 L soluție de H_2SO_4 80%. Determină contracția de volum la amestecarea acidului sulfuric pur cu apa, la temperatura de 20°C .

(Se dau: $\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4(\text{pur})} = 1,84 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 1,05 \text{ g/cm}^3$; $\rho_{\text{H}_2\text{SO}_4(80\%)} = 1,73 \text{ g/cm}^3$ la 20°C).

d) Calculează fracția molară a H_2SO_4 în soluția de concentrație 80%.

e) Determină concentrația molară a soluției de H_2SO_4 80%.

B. 8 puncte

Două gaze aflate în vase alăturate sunt aduse în contact prin deschiderea robinetului dintre ele. Primul vas are volumul de 0,250 L și conține NO la presiunea de 1,053 atm și temperatura de -53°C ; celălalt vas are volumul de 0,100 L și conține O_2 la presiunea de 0,758 atm și temperatura de -53°C . Din reacție se formează $\text{N}_2\text{O}_4(\text{s})$ până la consumarea reactantului limitativ.

a) Calculează presiunea gazului rămas după reacție, dacă temperatura crește cu 5 grade (se neglijează volumul ocupat și presiunea de vapori a $\text{N}_2\text{O}_4(\text{s})$).

b) Calculează masa de produs de reacție care se depune, exprimată în miligrame.

c) Explică instabilitatea NO_2 .

Subiectul al IV-lea

(20 de puncte)

Substanța **X** cu formula chimică $A_n[DE_6]_m$ și masa molară 259 g/mol este o sare albă, ușor solubilă în apă, utilizată pe scară largă drept catalizator în sinteza organică și aditiv pentru sticla de calitate superioară.

Despre substanța **X** se cunosc următoarele informații:

- este o combinație complexă și prezintă tipul de rețea a clorurii de sodiu;
 - cationul monovalent al elementului chimic **A** și anionul monovalent al elementului chimic **E** sunt izoelectronici, iar în 0,2 kmol de substanță **AE** se găsesc $24,088 \cdot 10^{26}$ electroni;
 - dacă se tratează DE_5 cu substanță **AE**, în exces, se obține substanța **X**;
 - densitatea substanței **X** este $4,37 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, iar raza cationului monovalent al elementului **A** are valoarea 102 pm* (1 pm = 10^{-12} m).
- a) Identifică prin calcul, elementele chimice **A**, **D** și **E**.
 - b) Scrie formulele chimice ale substanțelor DE_5 , **AE** și $A_n[DE_6]_m$.
 - c) Scrie ecuația reacției de obținere a substanței **X**.
 - d) Precizează natura legăturilor chimice din substanța $A_n[DE_6]_m$ și modelează formarea legăturilor chimice în ionul complex $[DE_6]^{n-}$.
 - e) Calculează raza anionului $[DE_6]^{n-}$, exprimată în cm.

(*Burrow, A., Holman, J., Parson, A., Pilling, G., Price, G., *Introducing Inorganic, Organic and Physical Chemistry*, 3th edition, Oxford University Press, 2017)

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

Subiecte propuse de:

prof. Constantin Guceanu de la Colegiul Național „Mihai Eminescu”, din Botoșani

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

prof. Carmen Istodor de la Colegiul Național „Gheorghe Șincai”, din București

prof. Daniel Radu de la Colegiul Economic „Ion Ghica”, din Târgoviște

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18	8A	2	He	4.003	17	7A	10	Ne	20.18	18	Ar	39.95	36	Kr	83.80	54	Xe	131.3	86	Rn	(222)	118	Og	(294)	
1	1A	1	H	1.008	2	2A	3	Li	6.941	11	Na	22.99	19	K	39.10	37	Rb	85.47	55	Cs	132.9	87	Fr	(223)	
		3	Be	9.012	4	4A	5	B	10.81	13	Al	26.98	13	B	10.81	31	Ga	69.72	81	Tl	204.4	113	Nh	(286)	
		11	Mg	24.31	12	2B	13	Al	26.98	13	Al	26.98	31	Ga	69.72	49	In	114.8	81	Tl	204.4	113	Nh	(286)	
		19	K	39.10	20	Ca	40.08	19	K	39.10	37	Rb	85.47	55	Cs	132.9	87	Fr	(223)	118	Og	(294)			
		37	Rb	85.47	38	Sr	87.62	37	Rb	85.47	55	Cs	132.9	87	Fr	(223)	118	Og	(294)						
		55	Cs	132.9	56	Ba	137.3	55	Cs	132.9	87	Fr	(223)	118	Og	(294)									
		87	Fr	(223)	88	Ra	(226)	87	Fr	(223)	118	Og	(294)												
		118	Og	(294)	119	La	138.9	118	Og	(294)	119	La	138.9	118	Og	(294)	119	La	138.9	118	Og	(294)	119	La	138.9
		119	La	138.9	120	Ce	140.1	119	La	138.9	120	Ce	140.1	119	La	138.9	120	Ce	140.1	119	La	138.9	120	Ce	140.1
		120	Ce	140.1	121	Pr	140.9	120	Ce	140.1	121	Pr	140.9	120	Ce	140.1	121	Pr	140.9	120	Ce	140.1	121	Pr	140.9
		121	Pr	140.9	122	Nd	144.2	121	Pr	140.9	122	Nd	144.2	121	Pr	140.9	122	Nd	144.2	121	Pr	140.9	122	Nd	144.2
		122	Nd	144.2	123	Pm	(145)	122	Nd	144.2	123	Pm	(145)	122	Nd	144.2	123	Pm	(145)	122	Nd	144.2	123	Pm	(145)
		123	Pm	(145)	124	Sm	150.4	123	Pm	(145)	124	Sm	150.4	123	Pm	(145)	124	Sm	150.4	123	Pm	(145)	124	Sm	150.4
		124	Sm	150.4	125	Eu	152.0	124	Sm	150.4	125	Eu	152.0	124	Sm	150.4	125	Eu	152.0	124	Sm	150.4	125	Eu	152.0
		125	Eu	152.0	126	Gd	157.3	125	Eu	152.0	126	Gd	157.3	125	Eu	152.0	126	Gd	157.3	125	Eu	152.0	126	Gd	157.3
		126	Gd	157.3	127	Tb	158.9	126	Gd	157.3	127	Tb	158.9	126	Gd	157.3	127	Tb	158.9	126	Gd	157.3	127	Tb	158.9
		127	Tb	158.9	128	Dy	162.5	127	Tb	158.9	128	Dy	162.5	127	Tb	158.9	128	Dy	162.5	127	Tb	158.9	128	Dy	162.5
		128	Dy	162.5	129	Ho	164.9	128	Dy	162.5	129	Ho	164.9	128	Dy	162.5	129	Ho	164.9	128	Dy	162.5	129	Ho	164.9
		129	Ho	164.9	130	Er	167.3	129	Ho	164.9	130	Er	167.3	129	Ho	164.9	130	Er	167.3	129	Ho	164.9	130	Er	167.3
		130	Er	167.3	131	Tm	168.9	130	Er	167.3	131	Tm	168.9	130	Er	167.3	131	Tm	168.9	130	Er	167.3	131	Tm	168.9
		131	Tm	168.9	132	Yb	173.0	131	Tm	168.9	132	Yb	173.0	131	Tm	168.9	132	Yb	173.0	131	Tm	168.9	132	Yb	173.0
		132	Yb	173.0	133	Lu	175.0	132	Yb	173.0	133	Lu	175.0	132	Yb	173.0	133	Lu	175.0	132	Yb	173.0	133	Lu	175.0
		133	Lu	175.0	134	La	138.9	133	Lu	175.0	134	La	138.9	133	Lu	175.0	134	La	138.9	133	Lu	175.0	134	La	138.9
		134	La	138.9	135	Ce	140.1	134	La	138.9	135	Ce	140.1	134	La	138.9	135	Ce	140.1	134	La	138.9	135	Ce	140.1
		135	Ce	140.1	136	Pr	140.9	135	Ce	140.1	136	Pr	140.9	135	Ce	140.1	136	Pr	140.9	135	Ce	140.1	136	Pr	140.9
		136	Pr	140.9	137	Nd	144.2	136	Pr	140.9	137	Nd	144.2	136	Pr	140.9	137	Nd	144.2	136	Pr	140.9	137	Nd	144.2
		137	Nd	144.2	138	Pm	(145)	137	Nd	144.2	138	Pm	(145)	137	Nd	144.2	138	Pm	(145)	137	Nd	144.2	138	Pm	(145)
		138	Pm	(145)	139	Sm	150.4	138	Pm	(145)	139	Sm	150.4	138	Pm	(145)	139	Sm	150.4	138	Pm	(145)	139	Sm	150.4
		139	Sm	150.4	140	Eu	152.0	139	Sm	150.4	140	Eu	152.0	139	Sm	150.4	140	Eu	152.0	139	Sm	150.4	140	Eu	152.0
		140	Eu	152.0	141	Gd	157.3	140	Eu	152.0	141	Gd	157.3	140	Eu	152.0	141	Gd	157.3	140	Eu	152.0	141	Gd	157.3
		141	Gd	157.3	142	Tb	158.9	141	Gd	157.3	142	Tb	158.9	141	Gd	157.3	142	Tb	158.9	141	Gd	157.3	142	Tb	158.9
		142	Tb	158.9	143	Dy	162.5	142	Tb	158.9	143	Dy	162.5	142	Tb	158.9	143	Dy	162.5	142	Tb	158.9	143	Dy	162.5
		143	Dy	162.5	144	Ho	164.9	143	Dy	162.5	144	Ho	164.9	143	Dy	162.5	144	Ho	164.9	143	Dy	162.5	144	Ho	164.9
		144	Ho	164.9	145	Er	167.3	144	Ho	164.9	145	Er	167.3	144	Ho	164.9	145	Er	167.3	144	Ho	164.9	145	Er	167.3
		145	Er	167.3	146	Tm	168.9	145	Er	167.3	146	Tm	168.9	145	Er	167.3	146	Tm	168.9	145	Er	167.3	146	Tm	168.9
		146	Tm	168.9	147	Yb	173.0	146	Tm	168.9	147	Yb	173.0	146	Tm	168.9	147	Yb	173.0	146	Tm	168.9	147	Yb	173.0
		147	Yb	173.0	148	Lu	175.0	147	Yb	173.0	148	Lu	175.0	147	Yb	173.0	148	Lu	175.0	147	Yb	173.0	148	Lu	175.0
		148	Lu	175.0	149	La	138.9	148	Lu	175.0	149	La	138.9	148	Lu	175.0	149	La	138.9	148	Lu	175.0	149	La	138.9
		149	La	138.9	150	Ce	140.1	149	La	138.9	150	Ce	140.1	149	La	138.9	150	Ce	140.1	149	La	138.9	150	Ce	140.1
		150	Ce	140.1	151	Pr	140.9	150	Ce	140.1	151	Pr	140.9	150	Ce	140.1	151	Pr	140.9	150	Ce	140.1	151	Pr	140.9
		151	Pr	140.9	152	Nd	144.2	151	Pr	140.9	152	Nd	144.2	151	Pr	140.9	152	Nd	144.2	151	Pr	140.9	152	Nd	144.2
		152	Nd	144.2	153	Pm	(145)	152	Nd	144.2	153	Pm	(145)	152	Nd	144.2	153	Pm	(145)	152	Nd	144.2	153	Pm	(145)
		153	Pm	(145)	154	Sm	150.4	153	Pm	(145)	154	Sm	150.4	153	Pm	(145)	154	Sm	150.4	153	Pm	(145)	154	Sm	150.4
		154	Sm	150.4	155	Eu	152.0	154	Sm	150.4	155	Eu	152.0	154	Sm	150.4	155	Eu	152.0	154	Sm	150.4	155	Eu	152.0
		155	Eu	152.0	156	Gd	157.3	155	Eu	152.0	156	Gd	157.3	155	Eu	152.0	156	Gd	157.3	155	Eu	152.0	156	Gd	157.3
		156	Gd	157.3	157	Tb	158.9	156	Gd	157.3	157	Tb	158.9	156	Gd	157.3	157	Tb	158.9	156	Gd	157.3	157	Tb	158.9
		157	Tb	158.9	158	Dy	162.5	157	Tb	158.9	158	Dy	162.5	157	Tb	158.9	158	Dy	162.5	157	Tb	158.9	158	Dy	162.5
		158	Dy	162.5	159	Ho	164.9	158	Dy	162.5	159	Ho	164.9	158	Dy	162.5	159	Ho	164.9	158	Dy	162.5	159	Ho	164.9
		159	Ho	164.9	160	Er	167.3	159	Ho	164.9	160	Er	167.3	159	Ho	164.9	160	Er	167.3	159	Ho	164.9	160	Er	167.3
		160	Er	167.3	161	Tm	168.9	160	Er	167.3	161	Tm	168.9	160	Er	167.3	161	Tm	168.9	160	Er	167.3	161	Tm	168.9
		161	Tm	168.9	162	Yb	173.0	161	Tm	168.9	162	Yb	173.0	161	Tm	168.9	162	Yb	173.0	161	Tm	168.9	162	Yb	173.0
		162	Yb	173.0	163	Lu	175.0	162	Yb	173.0	163	Lu	175.0	162	Yb	173.0	163	Lu	175.0	162	Yb	173.0	163	Lu	175.0
		163	Lu	175.0	164	La	138.9	163	Lu	175.0	164	La	138.9	163	Lu	175.0	164	La	138.9	163	Lu	175.0	164	La	138.9
		164	La	138.9	165	Ce	140.1	164	La	138.9	165	Ce	140.1	164	La	138.9	165	Ce	140.1	164	La	138.9	165	Ce	140.1
		165	Ce	140.1	166	Pr	140.9	165	Ce	140.1	166	Pr	140.9	165	Ce	140.1	166	Pr	140.9	165	Ce	140.1	166	Pr	140.9
		166	Pr	140.9	167	Nd	144.2	166	Pr	140.9	167	Nd	144.2	166	Pr	140.9	167	Nd	144.2	166	Pr	140.9	167	Nd	144.2
		167	Nd	144.2	168	Pm	(145)	167	Nd	144.2	168	Pm	(145)	167	Nd	144.2	168	Pm	(145)	167	Nd	144.2	168	Pm	(145)
		168	Pm	(145)	169	Sm	150.4	168	Pm	(145)	169	Sm	150.4	168	Pm	(145)	169	Sm	150.4	168	Pm	(145)	169	Sm	150.4
		169	Sm	150.4	170	Eu	152.0	169	Sm	150.4	170	Eu	152.0	169	Sm	150.4	170	Eu	152.0	169	Sm	150.4	170	Eu	152.0
		170	Eu	152.0	171	Gd	157.3	170	Eu	152.0	171	Gd	157.3	170	Eu	152.0	171	Gd	157.3	170	Eu	152.0	171</		

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a X-a

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza informații și Tabelul periodic, care se găsesc la sfârșitul variantei de subiecte. Pentru efectuarea calculelor utilizați mase atomice rotunjite.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

Subiectul I

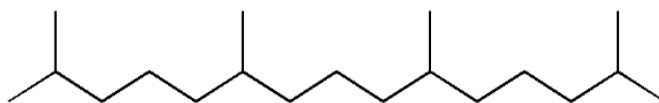
35 de puncte

A.10 de puncte

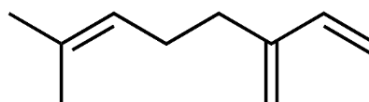
Terpenele sau terpenii sunt hidrocarburi de origine vegetală, mult răspândite în natură. Se cunosc peste 8.000 de terpene și peste 30.000 de substanțe înrudite, numite terpenoide, compuși naturali derivați ai terpenilor ce conțin și oxigen în moleculă.

Notați denumirile IUPAC pentru următorii compuși naturali:

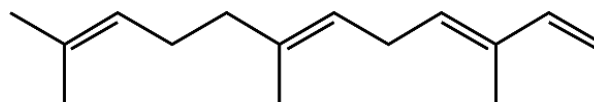
Pristanul este un alcan terpenoid natural, care se găsește în uleiul extras din ficatul de rechin. Pristanul este utilizat în geologie ca biomarker pentru determinarea originii și evoluției hidrocarburilor petroliere și a cărbunelui.



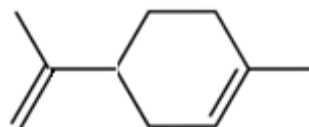
Mircenul are un miros plăcut și se găsește în uleiul volatil al unor specii vegetale, precum: dafin, conuri de hamei, mango, cardamon.



Farnesenul, extras din coaja merelor verzi, este responsabil pentru mirosul caracteristic al acestora.

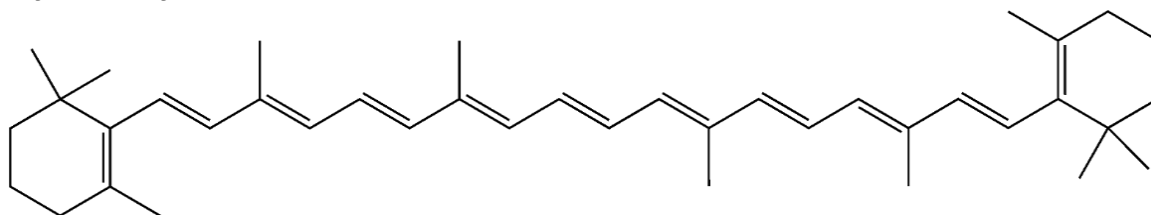


Limonenul se găsește în portocale, lămâi, mandarine, lime, grapefruit și ienupăr. Este o monoterpenă ciclică care are doi izomeri, unul cu parfum de portocală și altul cu aromă de pin.



B.10 de puncte

Carotenoidele formează o grupă importantă de pigmenți naturali, responsabili pentru tonurile de galben strălucitor, portocaliu sau roșu a multor produse comestibile: fructe, legume, flori, ciuperci și unele produse animale. Au acțiune antioxidantă, anticancerigenă, imunostimulatoare și fotoprotectoare. Unul dintre acești compuși este β -carotenul cu structura:



- Calculați compoziția procentuală masică a β -carotenului.
- Determinați raportul $C_{\text{primar}} : C_{\text{secundar}} : C_{\text{terțiar}} : C_{\text{cuaternar}}$ din molecula acestuia.
- Determinați raportul dintre cantitatea de permanganat de potasiu consumată stoechiometric la oxidarea blândă și cantitatea de permanganat de potasiu consumată stoechiometric la oxidarea energetică a aceleiași cantități de β -caroten.

C.15 de puncte

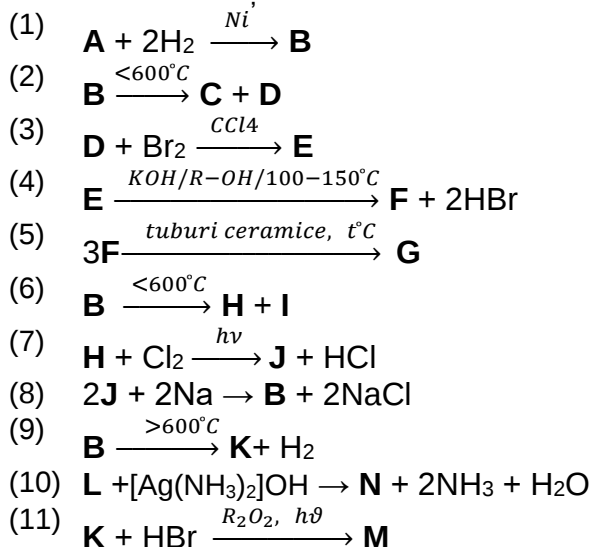
Un amestec gazos format din n -alcanul **A** și alchena **X** are $d_{\text{aer}} = 1,822$ și raportul presiunilor parțiale $p_{\text{alcan}} : p_{\text{alchenă}} = 2 : 1$. Alchena **X** are în moleculă cu un atom de carbon mai puțin decât n -alcanul **A**. Prin izomerizarea n -alcanului **A** se obține izoalcanul **B**. Constanta de echilibru a reacției de izomerizare este $K_c = 4$.

- Determinați formulele moleculare ale hidrocarburilor **A** și **X**.
- Scrieți ecuația reacției de izomerizare a n -alcanului **A**.
- Calculați compoziția procentuală molară a amestecului rezultat în urma izomerizării.

Subiectul al II-lea

20 de puncte

Se consideră următoarea schemă de ecuații chimice:



- i) În condiții standard, hidrocarburile **D**, **H**, **L** sunt gazoase, iar densitatea relativă a fiecăreia față de aer este cuprinsă între 1 și 2.
ii) Hidrocarburile **A**, **D** și **L** decolorează soluția de permanganat de potasiu.
iii) Raportul molar al produșilor rezultați prin arderea în oxigen a câte unui mol din fiecare hidrocarbură - **A**, **D**, **H**, **L** - este 7 : 6 : 5 : 7.
iv) Hidrocarburile **A** și **L** formează prin hidratare același compus carbonilic.
v) Hidrocarbura **A** nu are atomi de carbon secundar în structură.
vi) Hidrocarbura **K** nu prezintă izomerie geometrică.
a) Identificați substanțele notate cu **A**, **D**, **H**, **K**, **L**.
b) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice din schema dată.

Subiectul al III-lea

25 de puncte

A. **17 de puncte**

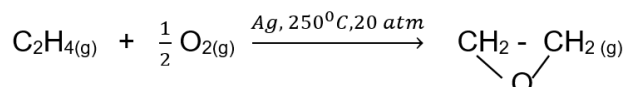
Despre o hidrocarbură cu catena aciclică **X**, se cunosc următoarele informații:

- la hidrogenarea, în prezență de Ni fin divizat, a 2 mol de hidrocarbură **X** se consumă 16,4 L de hidrogen, măsurați la 10 atm și 227°C, când se obține hidrocarbura saturată **Y**.
 - masa molară a hidrocarbunii **X** este cu 4,651% mai mică decât masa molară a hidrocarbunii **Y**.
 - prin adiția hidrogenului la hidrocarbura **X**, în sistem reducător (Na(Hg)/ROH, adiție 1,4), se obține hidrocarbura **Z** care, prin oxidare cu soluție de $K_2Cr_2O_7$ și H_2SO_4 , se transformă în compusul **U**.
 - prin polimerizarea hidrocarbunii **X** rezultă un compus macromolecular **V** care, prin tratare cu soluție de $KMnO_4$ și H_2SO_4 , formează compusul **T**. Compusul **T** se formează și la oxidarea energetică a 1,2-dimetil-ciclobutenei.
- a) Determinați formula moleculară a substanței **X**.
b) Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice descrise în text.
c) Calculați volumul soluției acide de $KMnO_4$ de concentrație 0,5 M necesar oxidării a 32,8 g de compus **V**.

B. **8 de puncte**

Oxidul de etenă este un compus reactiv utilizat ca gaz sterilizant, pesticid sau ca intermediar pentru sinteza unor substanțe care stau la baza fabricării unor produse utilizate în viața cotidiană: solvenți, detergenți sau mase plastice. Se poate obține industrial prin procedeul Halcon, licență a firmei americane Scientific Design.

Reacția principală care stă la baza obținerii oxidului de etenă prin procedeul Halcon, este:



Pe lângă reacția principală, în reactor se produce și arderea unei părți din etenă.

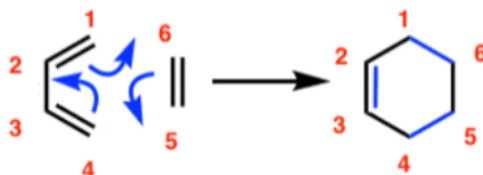
În acest procedeu, amestecul gazos introdus în reactor este format din etenă, oxigen, dioxid de carbon și azot, iar raportul molar oxigen : dioxid de carbon este 1 : 2. Compoziția procentuală molară a amestecului gazos la sfârșitul procesului este: 14% oxid de etenă, 0,8% apă, 64% azot, restul dioxid de carbon și etenă netransformată. Determinați procentul molar de etenă transformată în oxid de etenă.

Subiectul al IV-lea

20 de puncte

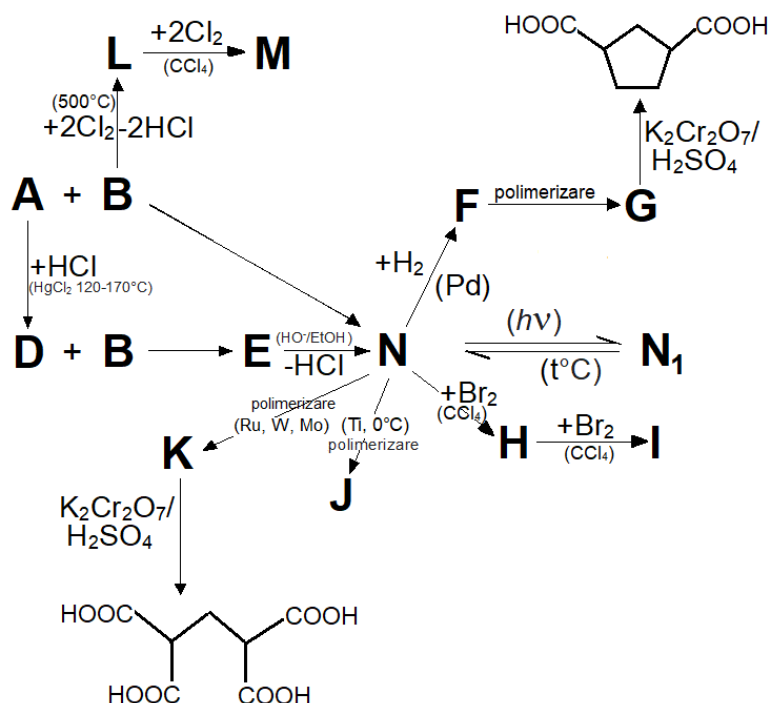
Indicație: Sinteze dien (Diels-Alder)

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], cifra 4 se referă la cei patru electroni π cu care diena participă la reacție, iar cifra 2 la electronii π ai filodienei.

În schema de transformări, **N** este norbornadiena, o hidrocarbură biciclică nesaturată. A fost studiată intens, deoarece moleculele sale sunt capabile, în anumite condiții, să absoarbă lumina, să o stocheze ca energie chimică și să o elibereze apoi, ca energie termică. Astfel de molecule sunt denumite molecule de stocare a energiei termice solare (MOST) sau combustibili termici solari (STF).



- Știind că substanța **N₁** nu decolorează soluția de brom în tetraclorură de carbon, iar compusul **M** are structură ciclică saturată, scrieți formulele de structură ale substanțelor notate cu **A**, **B**, **D**, **E**, **F**, **G**, **H**, **I**, **J**, **K**, **L**, **M**, **N**, **N₁**.
- Norbornadiena **N** se obține din substanța **A** și din substanța **B**. Cantitatea de substanță **B** introdusă în reacție este cea din care se formează 1121,85 mg de substanță **M**, de puritate 50%, prin cele două etape din schemă, cu randament de 75% și respectiv 90%. Cantitatea de substanță **A** care se introduce în reacția de obținere a substanței **N** este cea care formează 300 mg de substanță **D**, la un randament de 80%. Calculați cantitatea de substanță **N**, exprimată în mmol, care se obține în reacția dintre substanțele **A** și **B**.

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

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

Subiecte propuse de:

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

prof. Dejanu Mariana, Liceul Tehnologic Nr. 1 din Mărcăineni, jud. Argeș

prof. Morcovescu Mihaela, Colegiul Național „Mihai Viteazul” din Ploiești, jud. Prahova

prof. Pop Corina, Liceul Teoretic „Onisifor Ghibu” din Cluj-Napoca, jud. Cluj

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

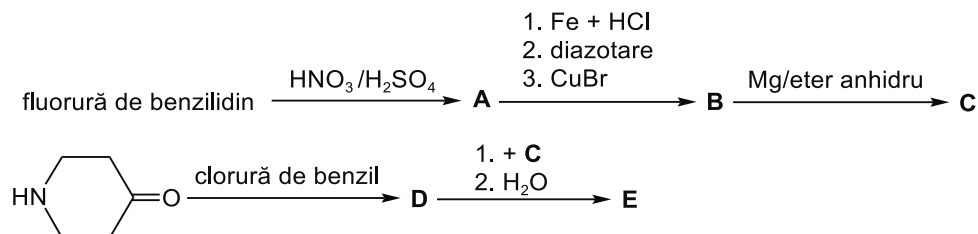
1		2										3										4										5										6										7										8										9										10										11										12										13										14										15										16										17										18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1A		2A		3A		4A		5A		6A		7A		8A		9A		10A		11A		12A		13A		14A		15A		16A		17A		18A		19A		20A		21A		22A		23A		24A		25A		26A		27A		28A		29A		30A		31A		32A		33A		34A		35A		36A		37A		38A		39A		40A		41A		42A		43A		44A		45A		46A		47A		48A		49A		50A		51A		52A		53A		54A		55A		56A		57A		58A		59A		60A		61A		62A		63A		64A		65A		66A		67A		68A		69A		70A		71A		72A		73A		74A		75A		76A		77A		78A		79A		80A		81A		82A		83A		84A		85A		86A		87A		88A		89A		90A		91A		92A		93A		94A		95A		96A		97A		98A		99A		100A																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
1	H	1.008	2	He	4.003	3	Li	6.941	4	Be	9.012	11	Na	22.99	12	Mg	24.31	13	Al	26.98	14	Si	28.09	15	P	30.97	16	S	32.07	17	Cl	35.45	18	Ar	39.95	19	K	39.10	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	36	Kr	83.80	37	Rb	85.47	38	Sr	87.62	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	54	Xe	131.3	55	Cs	132.9	56	Ba	137.3	57	La	138.9	58	Ce	140.1	59	Pr	140.9	60	Nd	144.2	61	Pm	(145)	62	Sm	150.4	63	Eu	151.9	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	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)	86	Rn	(222)	87	Fr	(223)	88	Ra	(226)	89	Ac	(227)	90	Th	(232)	91	Pa	(231)	92	U	(238)	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	Mn	(258)	102	Si	(262)	103	Al	(269)	104	Ne	(270)	105	Na	(285)	106	Mg	(287)	107	Al	(288)	108	Si	(291)	109	P	(309)	110	S	(321)	111	Cl	(355)	112	Ar	(399)	113	K	(401)	114	Ca	(404)	115	Sc	(450)	116	Ti	(479)	117	V	(509)	118	Cr	(520)	119	Mn	(549)	120	Fe	(558)	121	Co	(589)	122	Ni	(587)	123	Cu	(635)	124	Zn	(654)	125	Ga	(697)	126	Ge	(726)	127	As	(749)	128	Se	(790)	129	Br	(799)	130	Kr	(838)	131	Rb	(855)	132	Sr	(876)	133	Y	(889)	134	Zr	(912)	135	Nb	(929)	136	Mo	(959)	137	Tc	(98)	138	Ru	(101)	139	Rh	(103)	140	Pd	(106)	141	Ag	(108)	142	Cd	(112)	143	In	(115)	144	Sn	(119)	145	Sb	(122)	146	Te	(128)	147	I	(127)	148	Xe	(131)	149	Cs	(133)	150	Ba	(137)	151	La	(139)	152	Ce	(140)	153	Pr	(141)	154	Nd	(144)	155	Pm	(145)	156	Sm	(150)	157	Eu	(152)	158	Gd	(157)	159	Tb	(159)	160	Dy	(163)	161	Ho	(165)	162	Er	(167)	163	Tm	(169)	164	Yb	(173)	165	Lu	(175)	166	Hf	(178)	167	Ta	(181)	168	W	(184)	169	Re	(186)	170	Os	(190)	171	Ir	(192)	172	Pt	(195)	173	Au	(197)	174	Hg	(201)	175	Tl	(204)	176	Pb	(207)	177	Bi	(209)	178	Po	(209)	179	At	(210)	180	Rn	(222)	181	Fr	(223)	182	Ra	(226)	183	Ac	(227)	184	Th	(232)	185	Pa	(231)	186	U	(238)	187	Np	(237)	188	Pu	(244)	189	Am	(243)	190	Cm	(247)	191	Bk	(247)	192	Cf	(251)	193	Es	(252)	194	Fm	(257)	195	Mn	(258)	196	Si	(262)	197	Al	(269)	198	Ne	(270)	199	Na	(285)	200	Mg	(287)	201	Al	(288)	202	Si	(291)	203	P	(309)	204	S	(321)	205	Cl	(355)	206	Ar	(399)	207	K	(401)	208	Ca	(404)	209	Sc	(450)	210	Ti	(479)	211	V	(509)	212	Cr	(520)	213	Mn	(549)	214	Fe	(558)	215	Co	(589)	216	Ni	(587)	217	Cu	(635)	218	Zn	(654)	219	Ga	(697)	220	Ge	(726)	221	As	(749)	222	Se	(790)	223	Br	(799)	224	Kr	(838)	225	Rb	(855)	226	Sr	(876)	227	Y	(889)	228	Zr	(912)	229	Nb	(929)	230	Mo	(959)	231	Tc	(98)	232	Ru	(101)	233	Rh	(103)	234	Pd	(106)	235	Ag	(108)	236	Cd	(112)	237	In	(115)	238	Sn	(119)	239	Sb	(122)	240	Te	(128)	241	I	(127)	242	Xe	(131)	243	Cs	(133)	244	Ba	(137)	245	La	(139)	246	Ce	(140)	247	Pr	(141)	248	Nd	(144)	249	Pm	(145)	250	Sm	(150)	251	Eu	(152)	252	Gd	(157)	253	Tb	(159)	254	Dy	(163)	255	Ho	(165)	256	Er	(167)	257	Tm	(169)	258	Yb	(173)	259	Lu	(175)	260	Hf	(178)	261	Ta	(181)	262	W	(184)	263	Re	(186)	264	Os	(190)	265	Ir	(192)	266	Pt	(195)	267	Au	(197)	268	Hg	(201)	269	Tl	(204)	270	Pb	(207)	271	Bi	(209)	272	Po	(209)	273	At	(210)	274	Rn	(222)	275	Fr	(223)	276	Ra	(226)	277	Ac	(227)	278	Th	(232)	279	Pa	(231)	280	U	(238)	281	Np	(237)	282	Pu	(244)	283	Am	(243)	284	Cm	(247)	285	Bk	(247)	286	Cf	(251)	287	Es	(252)	288	Fm	(257)	289	Mn	(258)	290	Si	(262)	291	Al	(269)	292	Ne	(270)	293	Na	(285)	294	Mg	(287)	295	Al	(288)	296	Si	(291)	297	P	(309)	298	S	(321)	299	Cl	(355)	300	Ar	(399)	301	K	(401)	302	Ca	(404)	303	Sc	(450)	304	Ti	(479)	305	V	(509)	306	Cr	(520)	307	Mn	(549)	308	Fe	(558)	309	Co	(589)	310	Ni	(587)	311	Cu	(635)	312	Zn	(654)	313	Ga	(697)	314	Ge	(726)	315	As	(749)	316	Se	(790)	317	Br	(799)	318	Kr	(838)	319	Rb	(855)	320	Sr	(876)	321	Y	(889)	322	Zr	(912)	323	Nb	(929)	324	Mo	(959)	325	Tc	(98)	326	Ru	(101)	327	Rh	(103)	328	Pd	(106)	329	Ag	(108)	330	Cd	(112)	331	In	(115)	332	Sn	(119)	333	Sb	(122)	334	Te	(128)	335	I	(127)	336	Xe	(131)	337	Cs	(133)	338	Ba	(137)	339	La	(139)	340	Ce	(140)	341	Pr	(141)	342	Nd	(144)	343	Pm	(145)	344	Sm	(150)	345	Eu	(152)	346	Gd	(157)	347	Tb	(159)	348	Dy	(163)	349	Ho	(165)	350	Er	(167)	351	Tm	(169)	352	Yb	(173)	353	Lu	(175)	354	Hf	(178)	355	Ta	(181)	356	W	(184)	357	Re	(186)	358	Os	(190)	359	Ir	(192)	360	Pt	(195)	361	Au	(197)	362	Hg	(201)	363	Tl	(204)	364	Pb	(207)	365	Bi	(209)	366	Po	(209)	367	At	(210)	368	Rn	(222)	369	Fr	(223)	370	Ra	(226)	371	Ac	(227)	372	Th	(232)	373	Pa	(231)	374	U	(238)	375	Np	(237)	376	Pu	(244)	377	Am	(243)	378	Cm	(247)	379	Bk	(247)	380	Cf	(251)	381	Es	(252)	382	Fm	(257)	383	Mn	(258)	384	Si	(262)	385	Al	(269)	386	Ne	(270)	387	Na	(285)	388	Mg	(287)	389	Al	(288)	390	Si	(291)	391	P	(309)	392	S	(321)	393	Cl	(355)	394	Ar	(399)	395	K	(401)	396	Ca	(404)	397	Sc	(450)	398	Ti	(479)	399	V	(509)	400	Cr	(520)	401	Mn	(549)	402	Fe	(558)	403	Co	(589)	404	Ni	(587)	405	Cu	(635)	406	Zn	(654)	407	Ga	(697)	408	Ge	(726)	409	As	(749)	410	Se	(790)	411	Br	(799)	412	Kr	(838)	413	Rb	(855)	414	Sr	(876)	415	Y	(889)	416	Zr	(912)	417	Nb	(929)	418	Mo	(959)	419	Tc	(98)	420	Ru	(101)	421	Rh	(103)	422	Pd	(106)	423	Ag	(108)	424	Cd	(112)	425	In	(115)	426	Sn	(119)	427	Sb	(122)	428	Te	(128)	429	I	(127)	430	Xe	(131)	431	Cs	(133)	432	Ba	(137)	433	La	(139)	434	Ce	(140)	435	Pr	(141)	436	Nd	(144)	437	Pm	(145)	438	Sm	(150)	439	Eu	(152)	440	Gd	(157)	441	Tb	(159)	442	Dy	(163)	443	Ho	(165)	444	Er	(167)	445	Tm	(169)	446	Yb	(173)	447	Lu	(175)	448	Hf	(178)	449	Ta	(181)	450	W	(184)	451	Re	(186)	452	Os	(190)	453	Ir	(192)	454	Pt	(195)	455	Au	(197)	456	Hg	(201)	457	Tl	(204)	458	Pb	(207)	459	Bi	(209)	460	Po	(209)	461	At	(210)	462	Rn	(222)	463	Fr	(223)	464	Ra	(226)	465	Ac	(227)	466	Th	(232)	467	Pa	(231)	468	U	(238)	469	Np	(237)	470	Pu	(244)	471	Am	(243)	472	Cm	(247)	473	Bk	(247)	474	Cf	(251)	475	Es	(252)	476	Fm	(257)	477	Mn	(258)	478	Si	(262)	479	Al	(269)	480	Ne	(270)	481	Na	(285)	482	Mg	(287)	483	Al	(288)	484	Si	(291)	485	P	(309)	486	S	(321)	487	Cl	(355)	488	Ar	(399)	489	K	(401)	490	Ca	(404)	491	Sc	(450)	492	Ti	(479)	493	V	(509)	494	Cr	(520)	495	Mn	(549)	496	Fe	(558)	497	Co	(589)	498	Ni	(587)	499	Cu	(635)	500	Zn	(654)	501	Ga	(697)	502	Ge	(726)	503	As	(749)	504	Se	(790)	505	Br	(799)	506	Kr	(838)	507	Rb	(855)	508	Sr	(876)	509	Y	(889)	510

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

- h. Notați raportul atomic C : H : N : O din molecula compusului **(L)**.
i. Notați numărul atomilor de carbon asimetric din molecula compusului **(L)**.
j. Notați configurația sterică (R sau S) a atomului de carbon asimetric notat cu cifra **1** din molecula compusului **(L)**.
k. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice prin care se poate sintetiza substanța **(K)** din p-nitrofenoxid de sodiu, etanol și compuși anorganici, în maximum 6 etape.

Subiectul B.8 puncte

Se consideră schema de reacții:



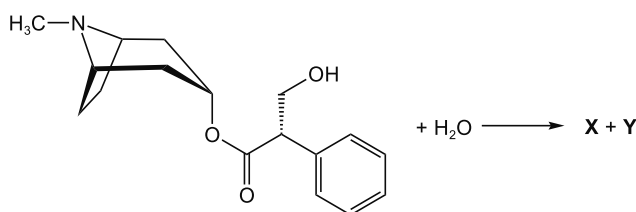
1. Scrieți formulele de structură ale substanțelor **(A)**, **(B)**, **(C)**, **(D)** și **(E)**, știind că în molecula substanței **(E)** raportul atomic N:F = 1 : 3.
2. Scrieți ecuațiile reacțiilor prin care substanța **(B)** se obține din compusul **(A)**.

Subiectul al II-lea

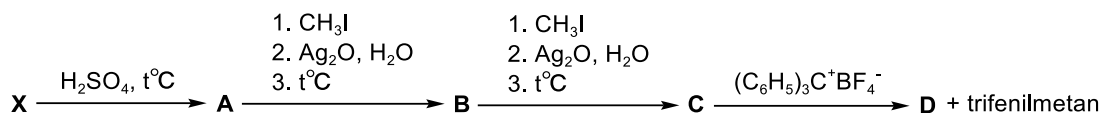
25 de puncte

Subiectul A.7 puncte

Unul din produșii de hidroliză ai atropinei notat cu **(X)**



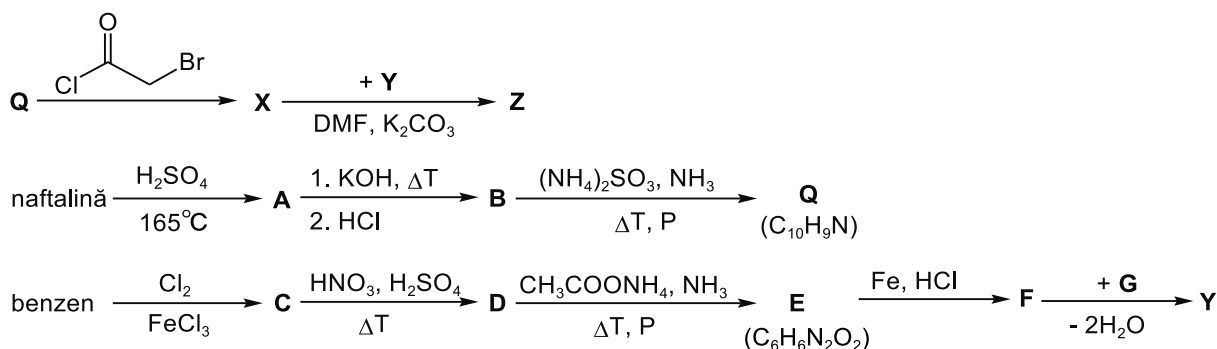
participă la următoarea schemă de reacții:

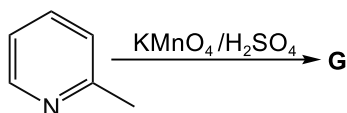


1. Notați numărul atomilor de carbon asimetric din molecula atropinei.
2. Scrieți formulele de structură ale compuşilor **(A)**, **(B)**, **(C)** și **(D)**.
3. Notați starea de hibridizare a atomilor de carbon din substanța **(D)**.
4. Verdele malachit este un colorant, derivat al trifenilmetanului, cunoscut și sub denumirea de verde de anilină, care poate fi preparat prin reacția benzaldehidei cu N,N-dimetilanilină în prezența H₂SO₄ sau ZnCl₂. Scrieți ecuația reacției de obținere a acestui colorant.

Subiectul B.11 puncte

Compusul organic **(Z)**, cu formula moleculară C₂₄H₁₈N₄O, puternic inhibitor al unei enzime din organismul unui parazit gastrointestinal, poate fi sintetizat din substraturi bazice aromatice, conform următoarei scheme de reacții:





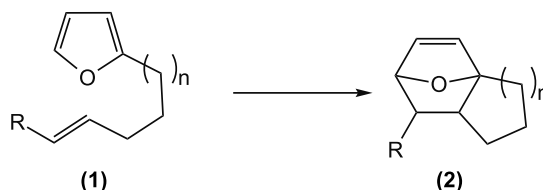
În etapa **C** → **D** se formează în principal doi izomeri (**D'**) (produs majoritar) și (**D**), care pot fi separați relativ ușor. Scrieți formulele de structură ale compușilor (**A**), (**B**), (**C**), (**D**), (**D'**), (**E**), (**F**), (**G**), (**Q**), (**X**), (**Y**) și (**Z**).

Subiectul C.7 puncte

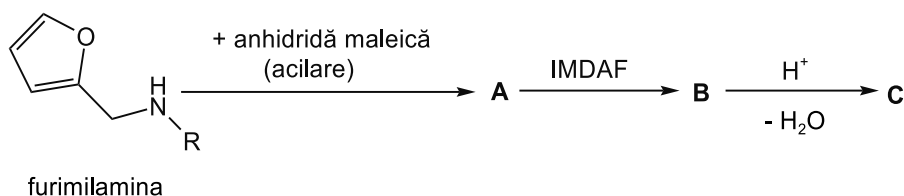
Informații:

Cicloadiția Diels-Alder și metateza sunt două reacții folosite în sinteza chimică.

1. Cicloadițiile Diels-Alder, în special cicloadițiile intramoleculare Diels-Alder, sunt utile în sinteza produselor naturale. Reacția de cicloadiție intramoleculară Diels-Alder cu furan (IMDAF) ocupă un loc special în sinteza chimică, adesea cu regioselectivitate și stereoselectivitate excelente. În această reacție, un compus (**1**) care conține ciclul furanic și acționează ca dienă (componenta 4π), suferă o reacție de cicloadiție intramoleculară cu un filodien legat (componenta 2π), formând un cicloaduct triciclic (**2**):



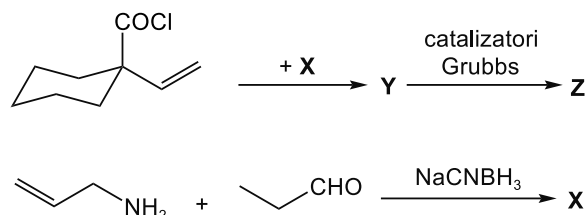
Se dă următoarea schemă de reacții:



- Scrieți ecuația reacției de obținere a compusului (**A**) din furimilamină.
- Știind că substanța (**C**) conține în moleculă un nucleu benzenic, scrieți formulele de structură ale substanțelor (**B**) și (**C**).

2. Datorită catalizatorilor Grubbs introduși în metateză, aceasta este o metodă sintetică extrem de eficientă. Metoda metatezei este folosită pentru a obține catene ciclice mari și pentru a crea catene lungi.

- Cianoborohidridura de sodiu, NaBH_3CN , este un agent reducător foarte selectiv pentru aminarea reductivă. Scrieți formula de structură a acestui reducător.
- Scrieți formulele de structură ale compușilor (**X**), (**Y**) și (**Z**) din următoarea schemă de reacții:

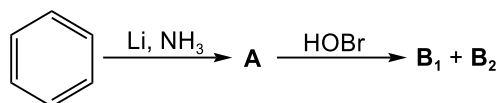


Subiectul al III-lea

20 de puncte

Subiectul A.10 puncte

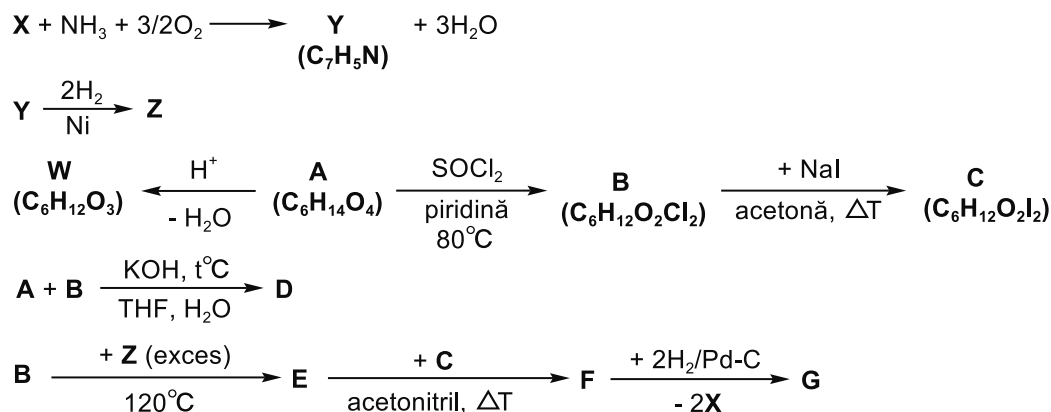
Se dă următoarea schemă de reacții:



- Scrieți formulele de structură ale substanțelor (**A**), (**B₁**) și (**B₂**), știind că (**B₁**) și (**B₂**) sunt izomeri de constituție.
- Scrieți formulele de structură ale celor șase izomeri sterici ai compușilor (**B₁**) și (**B₂**) care se pot forma în reacția de mai sus.
- Notați numărul de perechi de enantiomeri și de forme mezo.

Subiectul B.10 puncte

Premiul Nobel din 1987 a fost acordat pentru dezvoltarea unor compuși asemănători cu substanțele **(D)** (*Organic Syntheses, Coll. Vol. 6, p.301 (1988); Vol. 57, p.30 (1977)*) sau **(G)** din următoarea schemă de reacții:



Se dau următoarele informații:

- substanța **(W)** conține doar atomi de carbon primar și formează un singur derivat monohalogenat la halogenarea fotochimică;
- hidrocarbura **(X)** se elimină la transformarea **F** → **G**;
- compușii **(D)** și **(W)** au aceeași formulă brută.

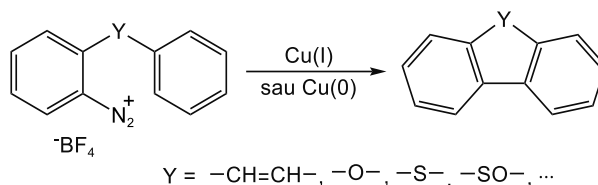
1. Scrieți formulele de structură ale substanțelor **(X)**, **(Y)**, **(Z)**, **(W)**, **(A)**, **(B)** și **(C)**.
2. Scrieți formulele de structură ale substanțelor **(D)**, **(E)**, **(F)** și **(G)**.

Subiectul al IV-lea

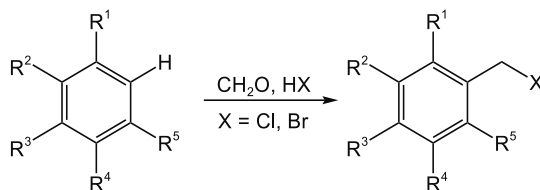
20 de puncte

Informații:

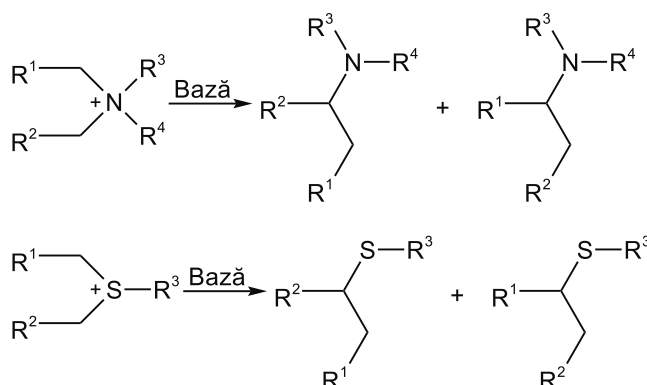
1. Reacția Pschorr permite prepararea de compuși diaril triciclici prin substituția intramoleculară a unei arene cu un radical aril:



2. Clorometilarea Blanc (numită și reacția Blanc) este reacția chimică a inelelor aromatice cu formaldehida și acid clorhidric pentru a forma clorometilarene.

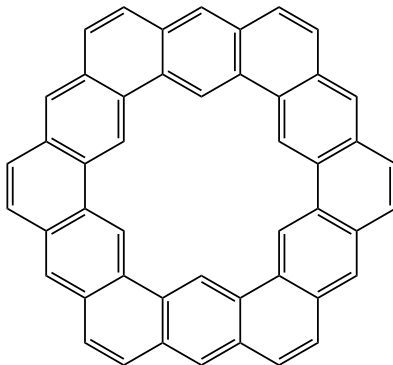


3. Transpoziția Stevens este o reacție organică care transformă sărurile cuaternare de amoniu și sărurile de sulfoniu în amine sau sulfuri corespunzătoare în prezența unei baze puternice. Reactanții pot fi obținuți prin alchilarea aminelor și sulfurilor corespunzătoare.

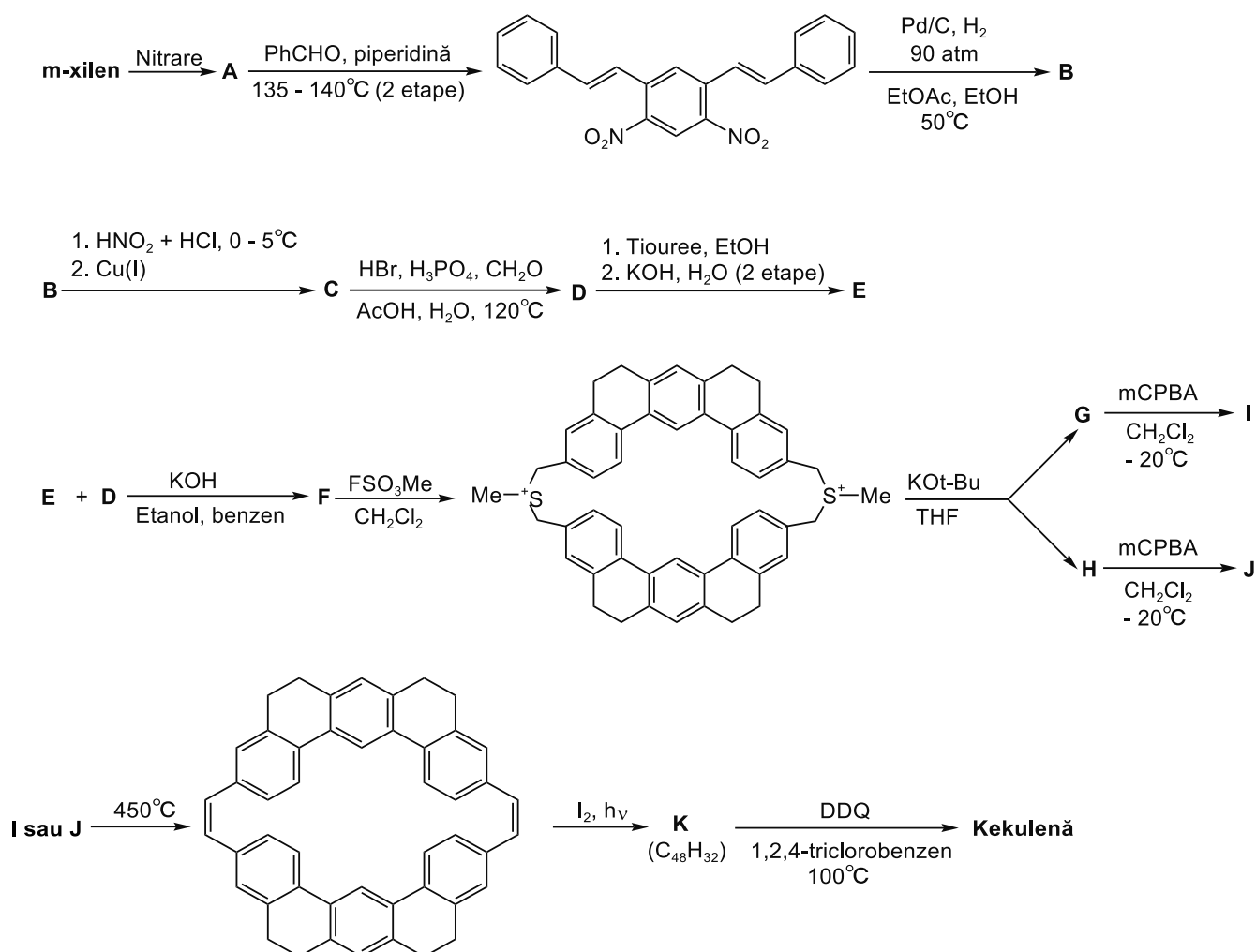


Cicloarenele constituie o clasă captivantă de hidrocarburi aromatice policiclice cu structuri și proprietăți unice, dar sinteza lor reprezintă o sarcină dificilă în chimia organică. Kekulena, hidrocarbură aromatică policiclică, este estimată a fi aromatică și stabilă. Multe încercări de a evalua teoretic aromaticitatea kekulenei au fost comparate până de curând cu singurul studiu experimental al lui Staab și Diederich de la Universitatea din Heidelberg. (Staab, Heinz A.; Diederich, François (October 1983). "Cycloarenes, a New Class of Aromatic Compounds, I. Synthesis of Kekulene". *Chemische Berichte* 116 (10): 3487–3503. doi:10.1002/cber.19831161021).

Formula de structură a kekulenei este următoarea:

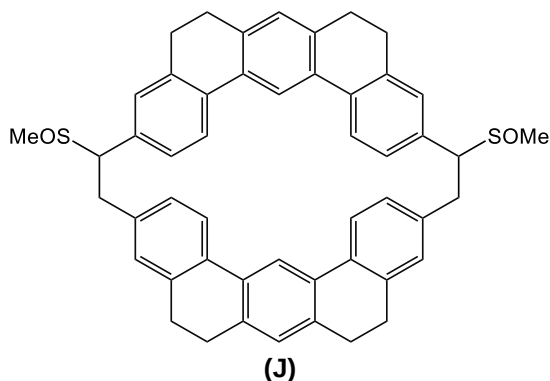


Sinteza prezentată de Staab și Diederich, începe cu nitrarea meta-xilenului și condensarea cu benzaldehidă, conform următoarei scheme de reacții:



Se dau:

- formula de structură a substanței **(J)**:



- mCPBA, acid meta-cloroperoxibenzoic, oxidant în sinteza organică;
- DDQ, 2,3-dicloro-5,6-diciano-1,4-benzochinona, folosit pentru dehidrogenare;
- FSO₃Me, fluorosulfonatul de metil, cunoscut și ca metil magic, este un agent puternic de metilare în sinteza organică.

1. Notați formula moleculară a kekulenei.

2. Scrieți ecuația reacției de obținere a compusului **(A)**, știind că s-a folosit soluție concentrată de acid azotic.

3. Scrieți formulele de structură ale substanțelor **(B)**, **(C)**, **(D)**, **(E)**, **(F)**, **(G)**, **(H)**, **(I)** și **(K)**.

Subiecte propuse de:

prof. Costel Gheorghe, de la Colegiul Național „Vlaicu Vodă” din Curtea de Argeș

prof. Alexandru Sava, de la Liceul Tehnologic „Ferdinand I” din Curtea de Argeș

prof. Andra Ionescu, de la Colegiul Național „Costache Negri” din Galați

prof. Iuliana Trifan, de la Colegiul Național „Vasile Alecsandri” din Galați

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

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

Informații:

- 1) Conform principiului I al termodinamicii, $\Delta U = Q + L$, unde ΔU – variația energiei interne a sistemului, Q – căldura cedată sau primită de sistem, $L = -p \cdot \Delta V$ este lucrul mecanic de volum efectuat de sistem sau efectuat asupra sistemului.
- 2) $T \text{ (K)} = t \text{ (}^\circ\text{C)} + 273,15$
- 3) $Q = m \cdot \lambda$, în care Q – căldura cedată sau absorbită la schimbarea stării de agregare, λ - căldura latentă specifică.
- 4) $1 \text{ atm} = 760 \text{ Torr}$
- 5) Pentru o reacție simplă de ordinul 1 de forma $A \rightarrow \text{produși}$, ecuația cinetică integrală este:
 $\ln \frac{C_0}{C_A} = k_1 \cdot t$, în care C_A este concentrația molară a reactantului A la momentul t , C_0 este concentrația molară inițială a reactantului A și k_1 este constanta de viteză.
- 6) Pentru o reacție simplă de ordinul 2 de forma $2A \rightarrow \text{produși}$, ecuația cinetică integrală este:
 $\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_0} = 2k_2 \cdot t$, în care C_A este concentrația molară a reactantului A la momentul t , C_0 este concentrația molară inițială a reactantului A și k_2 este constanta de viteză.
- 7) **Constanta universală a gazelor:** $R = 0,082 \text{ atm} \cdot \text{dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
- 8) **Mase atomice:** H – 1, C – 12, O – 16, Cu – 64, Zn – 65.

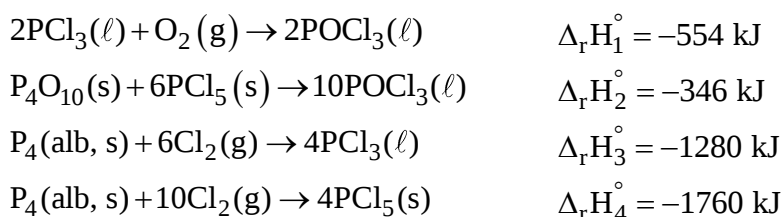
Subiectul I

25 de puncte

A. (8 puncte)

Din reacția fosforului cu oxigenul în exces rezultă pentaoxidul de fosfor (P_4O_{10}).

Se cunosc efectele termice ale următoarelor reacții chimice:



Se cer:

- a) ecuația termochimică a reacției de formare a pentaoxidului de fosfor, $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$;
- b) folosind legea lui Hess, determinați entalpia molară de formare standard a pentaoxidului de fosfor - $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$.

B. (17 puncte)

Alama (**A**) este un aliaj al cuprului cu zincul. Compoziția aliajului s-a determinat prin tratarea unei probe de alamă (**A**), cu masa de 40,625 g, cu o soluție de hidroxid de sodiu, în exces, când s-a degajat un volum de 5,6 L de gaz, măsurat în condiții normale de temperatură și presiune.

La presiune atmosferică, într-un calorimetru se găsesc 200 g de gheață mărunțită, având temperatura $t_0 = -10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Capacitatea calorică a calorimetrului este $C = 149\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$. În calorimetru se introduce o bucată de alamă (A), cu masa de 2 kg și temperatura $t_1 = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$. O parte din gheață se topește.

Se cer:

- a) compoziția alamei (A), exprimată în procente de masă;
- b) căldura specifică a alamei (A);
- c) masa de gheață care s-a topit.

Se cunosc următoarele date termochimice: $\lambda_{\text{tH}_2\text{O(s)}} = 334\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, $c_{\text{H}_2\text{O(s)}} = 2,09\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$,

$c_{\text{Zn(s)}} = 0,39\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, $c_{\text{Cu(s)}} = 0,38\text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

λ_{t} - căldura latentă specifică de topire, c - căldura specifică

Subiectul al II-lea

25 de puncte

Bomba calorimetrică este un dispozitiv folosit pentru determinarea, la volum constant, a căldurii de combustie a diferitelor substanțe.

Alcanul (A), unul dintre alcanii izomeri cu opt atomi de carbon în moleculă, este folosit pentru aprecierea calității benzinelor.

La $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, într-o bombă calorimetrică, s-au ars 0,689 g de acid benzoic în exces de oxigen, înregistrându-se o creștere a temperaturii cu 1,8 K. Într-un alt experiment, în același calorimetru, la $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, s-au ars 0,57 g de alcan (A), înregistrându-se o creștere a temperaturii cu 2,67 K. Se cer:

- a) ecuația termochimică a reacției de ardere a acidului benzoic care are loc în bomba calorimetrică;
- b) capacitatea calorică a calorimetrului;
- c) energia internă molară de combustie standard și entalpia molară de combustie standard ale alcanului (A);
- d) entalpia molară de formare standard a alcanului (A).

Se cunosc următoarele date termochimice:

- energia internă molară de combustie standard a acidului benzoic $\Delta_{\text{c}}U_{\text{C}_6\text{H}_5\text{-COOH(s)}}^{\circ} = -3251\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$,

$\Delta_{\text{f}}H_{\text{CO}_2(\text{g})}^{\circ} = -393,5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$, $\Delta_{\text{f}}H_{\text{H}_2\text{O}(\ell)}^{\circ} = -285,5\text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Subiectul al III-lea

25 de puncte

A. (10 puncte)

La 700 K, la temperatură și volum constante, are loc reacția de descompunere $\text{A}_{(\text{g})} \rightarrow \text{B}_{(\text{g})} + \text{C}_{(\text{g})}$,

a cărei constantă de viteză este $k = 4\cdot 10^{-4}\text{ s}^{-1}$. Presiunea inițială a substanței A este 600 Torr. Se cer:

- a) timpul de înjumătățire;
- b) presiunea totală din vasul de reacție, după o oră de la începutul reacției;
- c) presiunea parțială a gazului A, după 40 de minute de la începutul reacției.

B. (15 puncte)

La 1000 K, la temperatură și volum constante, are loc reacția $2\text{A}_{(\text{g})} \rightarrow \text{D}_{(\text{g})} + \text{E}_{(\text{g})}$, a cărei constantă de viteză este $k = 8\cdot 10^{-3}\text{ mol}^{-1}\cdot\text{L}\cdot\text{s}^{-1}$. Presiunea inițială a substanței A este 600 Torr.

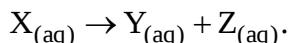
Se cer:

- a) timpul de înjumătățire;
- b) presiunea totală din vasul de reacție, după o oră de la începutul reacției;
- c) presiunea parțială a substanței A, după 40 de minute de la începutul reacției.

Subiectul al IV-lea

25 de puncte

În soluție apoasă, substanța **X** se descompune ușor, ecuația reacției chimice fiind:



Energia de activare a reacției date este 58,4 kJ/mol, iar efectul termic al reacției este neglijabil.

La studiul cinetic al reacției de descompunere, la 15 °C, concentrația reactantului **X**, la diferite momente, este:

t (min)	0	5	10	20	30
[X] (mol/L)	2	1,926	1,856	1,722	1,595

În două reactoare are loc reacția de descompunere a substanței **X**.

- În reactorul **R₁** care, la momentul inițial, conține 2 L de soluție apoasă de substanță **X**, de concentrație 2 mol/L, reacția are loc la 15 °C.
- În reactorul **R₂** care, la momentul inițial, conține 3 L de soluție apoasă de substanță **X**, de concentrație 1 mol/L, reacția are loc la 30 °C.

După 15 minute de la momentul inițial, soluțiile din cele două reactoare se amestecă brusc.

Se cer:

- a) verificați faptul că reacția de descompunere a substanței **X** respectă o cinetică de ordin 1;
- b) determinați valoarea constantei de viteză și timpul de înjumătățire la 15 °C;
- c) calculați valoarea constantei de viteză la 30 °C;
- d) determinați concentrația reactantului **X** din soluția finală rezultată, la 10 minute după amestecare.

Se neglijează capacitatea calorică a reactoarelor **R₁** și **R₂**. Toate soluțiile apoase sunt diluate și au căldura specifică și densitatea aproximativ egale cu cele ale apei pure.

Subiecte propuse de:

prof. Vasile Sorohan de la Colegiul Național "Costache Negruzzi" din Iași
prof. Iuliana Shajaani de la Colegiul Național "Matei Basarab" din București
prof. Carmen Argeșanu de la Colegiul Național "Nichita Stănescu" din Ploiești
prof. Gabi Micu de la Colegiul Național Militar "Alexandru Ioan Cuza" din Constanța

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a VII-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.

SUBIECTUL I	30 de puncte
A.	15 puncte
a. Notarea corectă a operațiilor de separare pentru cele 5 amestecuri.	5 p
b. Notarea corectă a denumirilor ustensilelor de laborator pentru cele 2 amestecuri	5 p
c. Notarea corectă a celor 2 tipuri de amestec	2 p
d. Notarea corectă a unei proprietăți chimice a cuprului	1 p
Notarea corectă a unei proprietăți fizice a iodului	1 p
e. $\%I_2 = 80\%$	1 p
B.	10 puncte
a. Determinarea corectă a elementelor X și Y	2 p
b. Notarea corectă a celor 2 procese de ionizare și a caracterului chimic	3 p
c. Notarea corectă a formulelor chimice ale celor 2 oxiacizi	2 p
d. Notarea corectă a formulelor chimice ale celor 3 săruri	3 p
C.	5 puncte
raționament corect	2 p
$n_{Zn} = 6 \text{ mol}; n_{Cu} = 5,556 \text{ mol}$	2 p
$n_{Sn} = 1,852 \text{ mol}; m_{Sn} = 220,4 \text{ g}$	1 p
SUBIECTUL al II-lea	20 de puncte
A.	10 puncte
a. $a \text{ mol } Cl_2O_x; m_O = 16ax \text{ g în } Cl_2O_x$	1 p
$a \text{ mol } Cl_2O_y; m_O = 16ay \text{ g în } Cl_2O_y$	1 p
$m \text{ amestec oxizi} = 142a + 16ax + 16ay$	2 p
$16ax + 16ay = 57,485\%(142a + 16ax + 16ay); x = y + 2$	2 p
formulele chimice ale celor oxizi: Cl_2O_5 și Cl_2O_7	2 p
b. denumirile oxizilor	2 p
B.	10 puncte
a. raționament corect	4 p
$n_{Fe} = 0,09 \text{ mol}; m_{Fe} = 5,04 \text{ g}$	2 p
$m_{urzici} = 3073,17 \text{ g}$	2 p
b. numărul de zile care oferă necesarul de fier = 112 zile	2 p
SUBIECTUL al III-lea	25 de puncte
A.	15 puncte
a. $m = 168 \text{ g KOH pur}$	1 p
$m_d = 56 \text{ g KOH}$	1 p
masa totală KOH din soluția (S_1) = 224 g	1 p
masa soluției (S_1) = 724 g	1 p
$c = 30,94 \%$	1 p
b. $m_{H_2O} = 500 \text{ g}; n_{H_2O} = 27,777 \text{ mol}; \text{masa H din apă} = 55,554 \text{ g}$	2 p

Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

masa H din KOH = 4 g;	1 p
masa totală H = 59,554 g	1 p
% H din soluția finală = 8,225 % H	1 p
c. m_s introdusă în balon = 128,6 g	1 p
m_d introdusă în balon = 39,788 g	1 p
masa soluției din balon (S_2) = 228,6 g	2 p
$c = 17,405 \%$	1 p
B.	10 puncte
a. raționament corect; $n = 12$	3 p
formula chimică a alaunului: $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$	1 p
b. $m_d KAl(SO_4)_2 = 12,9$ g	2 p
$n H_2O = 8,33$ mol; $m H_2O = 150$ g	2 p
$c\% = 7,426\%$	2 p

SUBIECTUL al IV-lea

25 de puncte

A.	15 puncte
a. $Mg : Ag : Cl : S : H : O = 2 : 1 : 3 : 1 : 14 : 11$	3 p
b. substanța X, $MgCl_2$	2 p
substanța Y, AgCl	2 p
substanța Z, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$	2 p
c. 28,7 g AgCl (insolubilă în apă)	1 p
$m_{soluție\ finală} = 168,2$ g	1 p
$m_{MgCl_2} = 19$ g; $c = 11,296\%$	2 p
$m_{MgSO_4} = 24$ g; $c = 14,268\%$	2 p
B.	10 puncte
raționament corect; $d = 4e$; $b = 72e$	2 p
raționament corect; $x = 55$; $z = 5$	3 p
raționament corect; $e = 1$	3 p
$b = 72$; $d = 4$	1 p
formula chimică a clorofilei: $C_{55}H_{72}N_4O_5Mg$	1 p

Barem elaborat de:

prof. Claudia Emilia Anghel, Colegiul Național de Informatică „Tudor Vianu”, din București

prof. Monica Cristina Palade, Liceul Teoretic „Brâncoveanu Vodă”, din Urlați, Prahova

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

prof. Steluța Popescu, Școala Gimnazială „Nanu Muscel”, din Câmpulung, Argeș

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a VIII-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.

SUBIECTUL I	30 de puncte
A.	10 puncte
a. A=Aluminiu, B=Sulf, D=Oxigen	3 elemente x 1p
b. $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{SO}_3)_3$	2 substanțe x 1p
Denumirile substanțelor	2 denumiri x 1p
c. $75,275 \cdot 10^{23}$ ioni	3 p
B.	6 puncte
Configurații stabile de octet: $_{10}\text{Ne}$, $_{18}\text{Ar}$	1 p
$\frac{18}{10}=1,8$, cationul are $18e^-$, anionul are $10e^-$	2 p
Cationi: K^+ , Ca^{2+} , Sc^{3+} , anioni: F^- , O^{2-} , N^{3-}	1 p
$\frac{Z_{\text{Ca}^{2+}}}{Z_{\text{O}^{2-}}} = \frac{20}{8} = 2,5$	1 p
Identificarea substanței ionice: CaO	1 p
C.	8 puncte
A= Fe, X= FeCl_2 , Y= FeCl_3 , Z= Fe_3O_4	4 substanțe x 1 p
3 ecuații x 1 p	3 p
$\text{Fe} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{FeCl}_2 + \text{H}_2$	
$2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{FeCl}_3$	
$3\text{Fe} + 4\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4 + 4\text{H}_2$	
Denumirea minereului: magnetită	1 p
D.	6 puncte
4 ecuații ale reacțiilor posibile x 1 p	4 p
$\text{K} + \text{O}_2 \rightarrow \text{KO}_2$	
$2\text{NaN}_3 \rightarrow 2\text{Na} + 3\text{N}_2$	
$2\text{Na} + 2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{NaNH}_2 + \text{H}_2$	
$\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$	
2 reacții care nu sunt posibile (argumentare) x 1 p	2 p
SUBIECTUL al II-lea	20 de puncte
A.	5 puncte
a. Compoziția procentuală masică: 72,138 % HNO_3 , 27,862 % HCl	3 p
b. 2 ecuații x 1p	2 p
$4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{HNO}_3$ sau $\text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HNO}_3$	
$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$	
B.	15 puncte
9 substanțe x 1 p	9 p
a= Cr_2O_3 , b= N_2 , c= H_2O , d= O_2 , e= HCl , X=(NH_4) $_2$ Cr_2O_7 , Y= NH_4NO_3 , Z= NH_4NO_2 , T= NH_4ClO_4	
4 ecuații x 1 p	4 p
(1) $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \rightarrow \text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O}$	
(2) $2\text{NH}_4\text{NO}_3 \rightarrow 2\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$	
(3) $\text{NH}_4\text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	
(4) $4\text{NH}_4\text{ClO}_4 \rightarrow 4\text{HCl} + 2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}_2$	
Precizarea modificării de culoare în reacția (1): de la portocaliu la verde	2 p

SUBIECTUL al III-lea

25 de puncte

A.

15 puncte

a. A= SiHCl₃, B= SiCl₄ 2 substanțe x 2 p

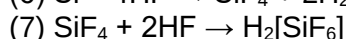
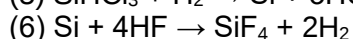
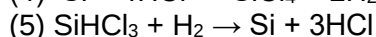
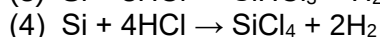
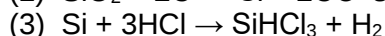
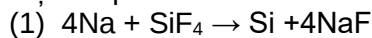
4 p

b. Identificare hidracid HX = HCl

1 p

c. 7 ecuații x 1 p

7 p



d. $m_{\text{d HCl necesar}} = 78,694 \text{ g}$ ($n_{\text{HCl necesar}} = 2,156 \text{ mol}$)

1,5 p

$m_{\text{s HCl exces}} = 6,5578 \text{ g}$

0,5 p

$m_{\text{s HCl total}} = 334,44 \text{ g}$

0,5 p

$V_{\text{s HCl}} = 298,6 \text{ mL}$

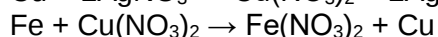
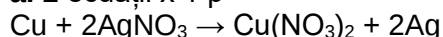
0,5 p

B.

10 puncte

a. 2 ecuații x 1 p

2 p



b. masa inițială a plăcuței de Cu = 10 g

4 p

c. masa plăcuței de Fe la finalizarea reacției = 10,8 g

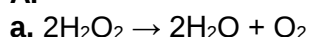
4 p

SUBIECTUL al IV-lea

25 de puncte

A.

15 puncte



1 p

b. $V_{\text{teoretic}} = 6,72 \text{ L O}_2$ ($n_{\text{teoretic}} = 0,3 \text{ mol O}_2$)

1 p

a=2, b=3

4 p

Formula chimică a aductului: $2\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}_2$

1 p

c. $m_{\text{azot}} = \frac{46,66 \cdot 60}{100} = 28 \text{ g} \rightarrow 2 \text{ mol N} \rightarrow 2 \text{ mol amoniac/ mol uree}$

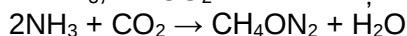
3 p

Formula chimică a ureei: CH_4ON_2

2 p

d. Y: NH₃, Z: CO₂ 2 substanțe x 1 p

2 p



1 p

B.

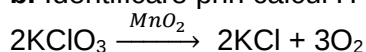
10 puncte

a. X = K

1 p

b. Identificare prin calcul H = MnO₂

2 p



1 p

c. 6 substanțe x 1 p

6 p

A= KI; B= KMnO₄; D= I₂; E= K₂SO₄; F= MnSO₄; G= K₂MnO₄

Barem elaborat de:

prof. Anița Lunčan de la Colegiul Național „Emanuil Gojdu” din Oradea

prof. Liliana Manole de la Liceul Teoretic „Anghel Saligny” din Cernavodă

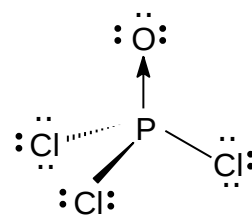
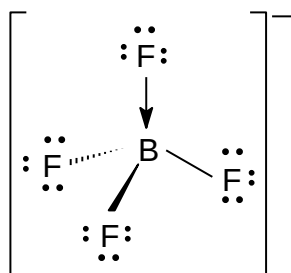
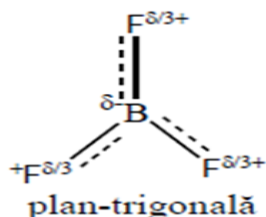
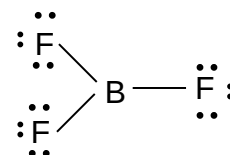
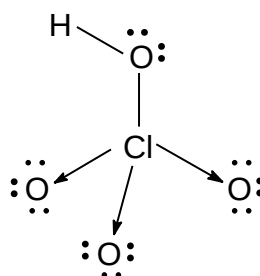
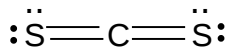
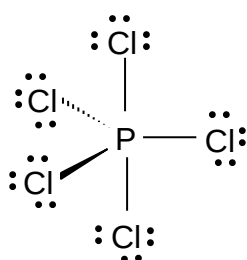
prof. Carmen Daniela Nechita de la Liceul Teoretic „Grigore Antipa” din Botoșani

prof. Liliana Elena Voinea de la Colegiul Național „I.L. Caragiale” din București

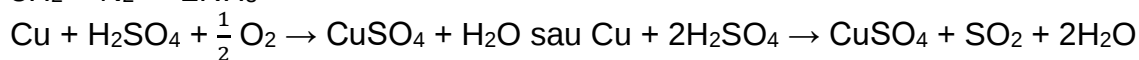
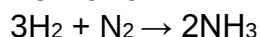
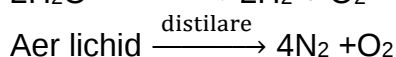
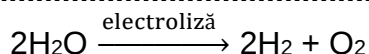
OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a IX-a
BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor se punctează corespunzător.

SUBIECTUL I		30 de puncte
A.....		13,5 puncte
a)		
		Structura dimerului 1 punct
Explicația		1 punct
b) Cs ₂ O, Na ₂ O, CaO, MgO		2 puncte
Explicarea variației punctelor de topire		1 punct
c)		
Fe ³⁺ : 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ (are 5 electroni necuplați)		
Cr ³⁺ : 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ³ (are 3 electroni necuplați)		
Fe ²⁺ : 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁶ (are 4 electroni necuplați)		
Cr : 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ⁵ 4s ¹ (are 6 electroni necuplați)		
Cu ⁺ : 1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁶ 3d ¹⁰ (nu are electroni necuplați) ... 5 configurații x 0,5 p =		2,5 puncte
Cu ⁺ , Cr ³⁺ , Fe ²⁺ , Fe ³⁺ , Cr		2 puncte
d)		
(1) CCl ₄ (0,5 p)	argumentarea (0,5 p)	1 punct
(2) HF (0,5 p)	argumentarea (0,5 p)	1 punct
(3) HI (0,5 p)	argumentarea (0,5 p)	1 punct
(4) ICl (0,5 p)	argumentarea (0,5 p)	1 punct
B.		3 puncte
a) Cl ⁻ < Ar < K ⁺ (1 p)	argumentarea (0,5 p)	1,5 puncte
b) Fe < Fe ²⁺ < Fe ³⁺ (1 p)	argumentarea (0,5 p)	1,5 puncte
C.6 structuri x 1 p		6 puncte



D. 5 puncte



E. 2,5 puncte

S = 1185,88 L NH₃/L H₂O 2,5 puncte

SUBIECTUL al II-lea

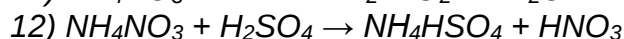
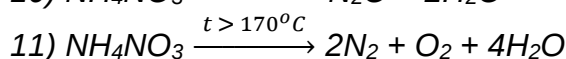
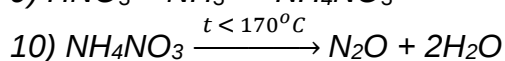
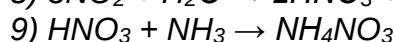
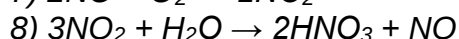
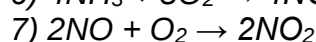
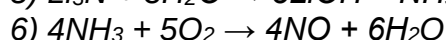
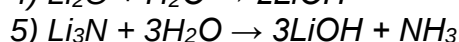
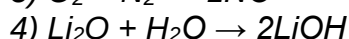
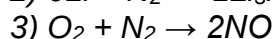
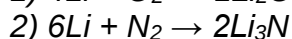
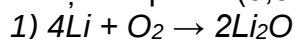
30 de puncte

A. 21 puncte

a) determinarea substanțelor: **h** - LiOH; **l** - NH₄NO₃; **n** - H₂SO₄ 3 x 1p = **3 puncte**

b) identificarea substanțelor: **a** - Li, **b** - O₂, **c** - Li₂O, **d** - N₂, **e** - Li₃N, **f** - NO, **g** - H₂O, **l** - NH₃, **j** - NO₂, **k** - HNO₃, **m** - N₂O, **o** - NH₄HSO₄ 12 x 0,5p = **6 puncte**

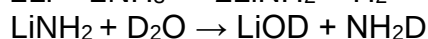
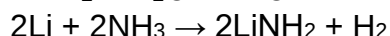
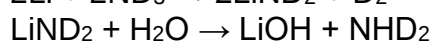
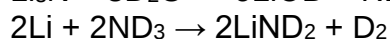
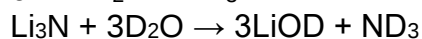
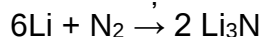
b) 12 ecuații x 1 punct (0,5 p formule; 0,5 p coeficienți) = **12 puncte**



B. 9 puncte

a) Scrierea speciilor moleculare: ND₃, NHD₂, NH₂D 3 x 1 p = **3 puncte**

b) Scrierea ecuațiilor reacțiilor 6 ecuații x 1 p (0,5 p formule; 0,5 p coeficienți) = **6 puncte**



SUBIECTUL al III-lea

20 de puncte

A. 12 puncte

a) 20% SO₃ liber în oleum; **3 puncte**

b) masa de H₂SO₄ = 3200 g; masa de SO₃ = 800 g;

masa de H₂SO₄ din reacția SO₃ cu apa = 980 g; m_t H₂SO₄ = 4180 g; **3 puncte**

c) m H₂SO₄ din soluția de c = 80% = 2768 g; m_{H₂O} = 692 g; V_{H₂SO₄ pur} = 1504,34 mL;

V_{H₂O} = 659,04 mL; V_{total} = 2163,38 mL; Con tracția de volum = 163,38 mL; **3 puncte**

d) X_{H₂SO₄} = 0,423 **2 puncte**

e) C_M = 14,122 M **1 punct**

B. 8 puncte

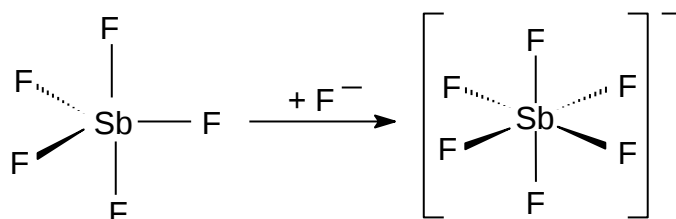
a) cantitatea de NO = 0,0146 mol **1 punct**

cantitatea de O₂ = 0,0042 mol **1 punct**

- ecuația reacției chimice: $2\text{NO}_{(g)} + \text{O}_{2(g)} \rightarrow \text{N}_2\text{O}_{4(s)}$ 1 punct
 cantitatea de NO consumată = 0,0084 mol 1 punct
 numărul de moli de NO în exces = 0,0062 moli 1 punct
 $p_f = 0,3268 \text{ atm}$ 1 punct
 b) $m_{\text{N}_2\text{O}_4} = 386,4 \text{ mg}$ 1 punct
 c) existența unui electron necuplat în molecula de NO_2 1 punct

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

- a) Identificarea elementelor **A**, **D** și **E** 3 x 2 p = 6 puncte
 20 electroni – suma dintre numărul electronilor cationului monovalent și numărul electronilor anionului monovalent
A: Na; **E**: F;
 $\text{Na}_n[\text{SbF}_6]_m$;
 $m = 1$; $\text{Na}_n[\text{SbF}_6]$; pentru $n = 1$, **D**: Sb
 b) formulele chimice ale substanțelor **DE**₅, **AE** și **A_n[DE₆]_m** 3 x 2 p = 6 puncte
DE₅: SbF_5 , **AE**: NaF , **A_n[DE₆]_m**: $\text{Na}[\text{SbF}_6]$
 c) ecuația reacției de obținere a substanței X 1 punct
 $\text{SbF}_5 + \text{NaF} = \text{Na}[\text{SbF}_6]$
 d) natura legăturilor din $\text{Na}[\text{SbF}_6]$ 2 x 2 p = 4 puncte
 între Na^+ și $[\text{SbF}_6]^-$ legătură ionică
 în ionul complex $[\text{SbF}_6]^-$ 5 legături covalente și o legătură covalent coordinativă
 modelarea formării legăturilor chimice în $[\text{SbF}_6]^-$ 1 punct



- e) raza anionului $[\text{SbF}_6]^- = 2,64 \times 10^{-8} \text{ cm}$ 2 puncte

Barem elaborat de:

prof. Constantin Guceanu de la Colegiul Național „Mihai Eminescu”, din Botoșani

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

prof. Carmen Istodor de la Colegiul Național „Gheorghe Șincai”, din București

prof. Daniel Radu de la Colegiul Economic „Ion Ghica”, din Târgoviște

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a X-a

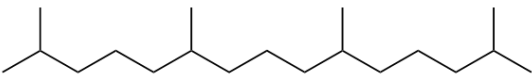
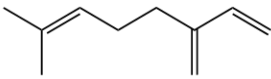
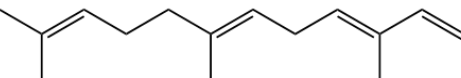
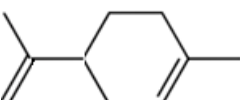
BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.

SUBIECTUL I

35 de puncte

A.10 de puncte

Structură compus chimic	Denumire I.U.P.A.C. compus chimic	
	2,6,10,14-tetrametilpentadecan	2p
	7-metil-3-metilen-1,6-octadienă	2p
	3,7,11-trimetil-1,3,6,10-dodecatetraenă	3p
	4-(2-propenil)-1-metilciclohexenă	3p

B.10 de puncte

a. formula chimică: $C_{40}H_{56}$, $M = 536 \text{ g/mol}$

% C = 89,553% ; % H = 10,447%

2p

b. $C_{\text{primar}} : C_{\text{secundar}} : C_{\text{terțiar}} : C_{\text{cuaternar}} = 10:6:14:10 = 5:3:7:5$

4p

c. oxidarea blândă $11[O] \Rightarrow n_1 = 22/3 \text{ mol KMnO}_4$

oxidarea energetică $40[O] \Rightarrow n_2 = 80/5 \text{ mol KMnO}_4$

$n_1 / n_2 = 11/24$

4p

C.15 de puncte

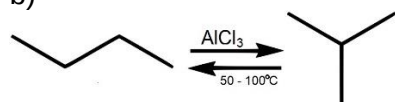
a. $d_{\text{aer}} = M_{\text{amestec gazos}} / M_{\text{aer}} \Rightarrow M_{\text{amestec gazos}} = 28,9 \cdot 1,822 = 52,6558 \text{ g/mol}$

$p_A : p_X = 2:1 \Rightarrow n_A : n_X = 2:1 \Rightarrow 52,6558 = \frac{2}{3} \cdot (14n + 2) + \frac{1}{3} \cdot [14(n - 1)] \Rightarrow n=4$

A: C_4H_{10} și X: C_3H_6

6p

b)



2p

c)

	$n\text{-C}_4\text{H}_{10}$	$\rightleftharpoons$ $i\text{-C}_4\text{H}_{10}$
I	1	-
C	a	-
E	1-a	a

$$K_c = \frac{C_{i\text{-C}_4\text{H}_{10}}}{C_{n\text{-C}_4\text{H}_{10}}} \Rightarrow K_c = \frac{\frac{a}{V}}{\frac{1-a}{V}} \Rightarrow a=0,8$$

5p

procentaj molar 20% n-butan și 80% izobutan

2p

SUBIECTUL al II-lea

20 de puncte

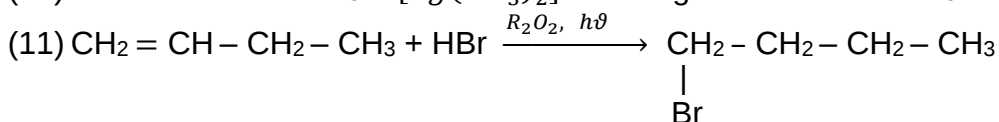
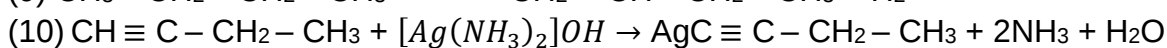
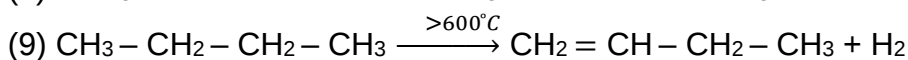
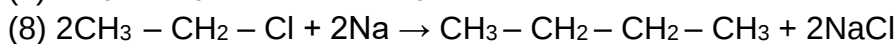
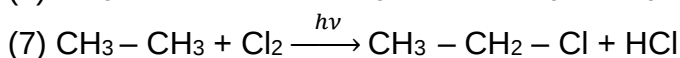
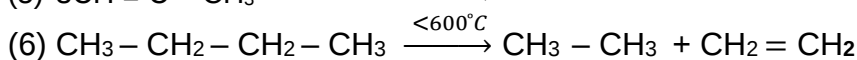
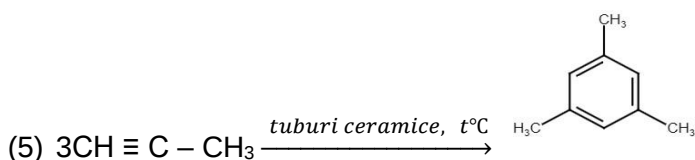
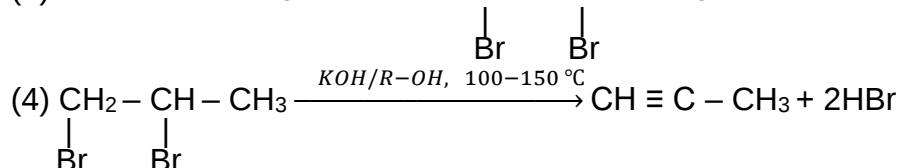
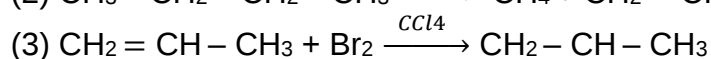
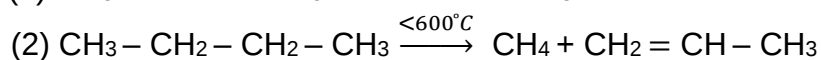
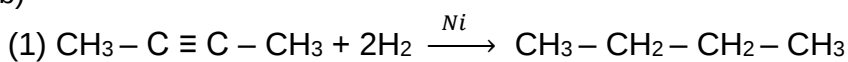
- a) $d_{\text{aer}(\min)} = 1$ și $d_{\text{aer}(\max)} = 2 \Rightarrow M_{(\min)} = 28,9 \text{ g/mol}$ și $M_{(\max)} = 57,8 \text{ g/mol} \Rightarrow M_{D,H,L,E} \{29-57\}$
D, H, L - gaze
A, D și L – hidrocarburi nesaturate
A, L – izomeri
 raportul molar al produșilor de ardere

4p

$\Rightarrow$ **A** – 2-butină, **D** – propenă, **H** – etan, **K** – 1-butenă, **L** – 1-butină

5p

b)



11p

SUBIECTUL al III-lea

25 de puncte

A. **17 de puncte**

a) $n = \frac{pV}{RT} = 4 \text{ mol } \text{H}_2$

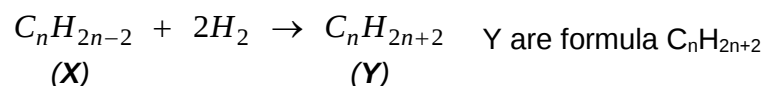
1p

1 mol hidrocarbură **X** adăunează 2 mol de $\text{H}_2 \rightarrow$ prezintă două legături π

1p

X – hidrocarbură aciclică, are formula $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$,

0,5p

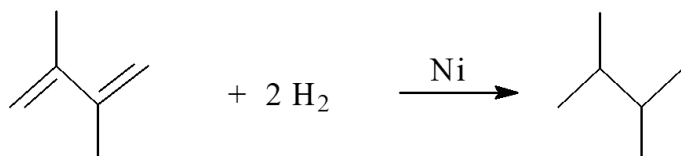


0,5p

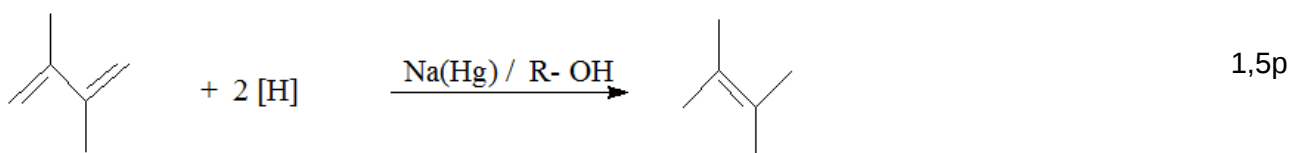
$M_X = M_Y - \frac{4,651}{100} \cdot M_Y \Rightarrow 14n - 2 = 14n + 2 - \frac{4,651}{100} \cdot (14n + 2) \Rightarrow n = 6$ **X** = C_6H_{10}

2p

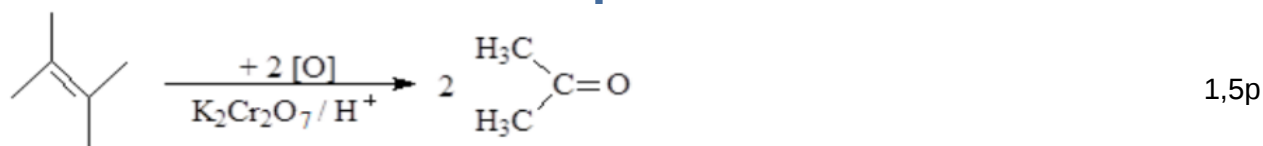
b)



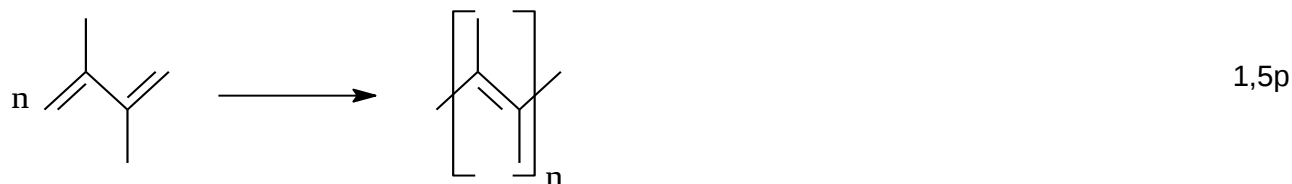
1,5p



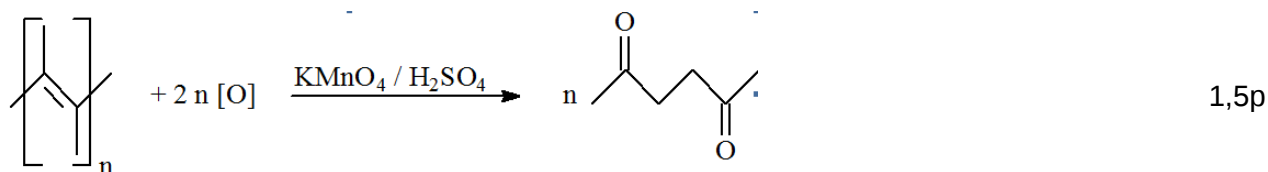
1,5p



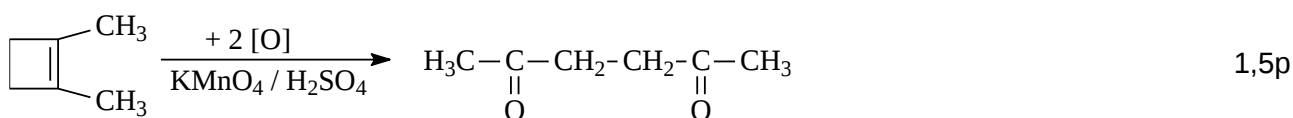
1,5p



1,5p

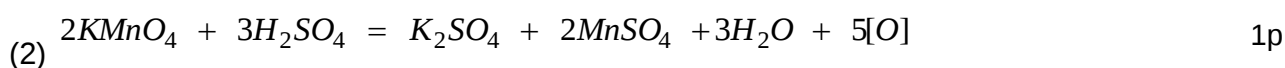
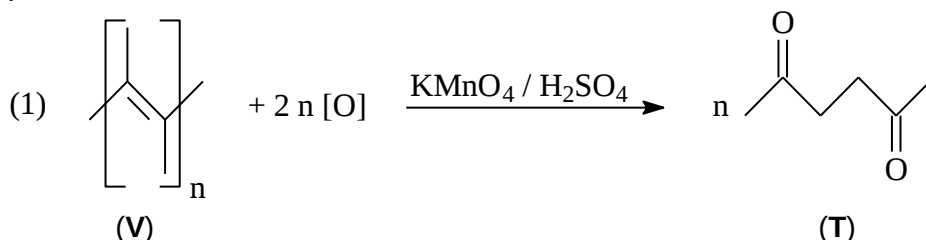


1,5p



1,5p

c)



1p

Pentru a oxida 32,8 g compus **V**, din ecuația (1) rezultă $n_{[O]} = 0,8$ mol.

1p

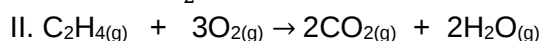
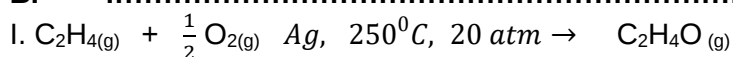
Din ecuația (2) pentru $n_{[O]} = 0,8$ mol rezultă $n_{KMnO_4} = 0,32$ mol

0,5p

$$V_s = \frac{n_d}{C_M} = 0,64L \quad \text{soluție } KMnO_4 \text{ de concentrație } 0,5M$$

0,5p

B.8 de puncte



1p

III. $C_2H_{4(g)}$ netransformată

Considerăm 100 mol amestec gazos final: C_2H_4O – 14 mol, H_2O – 0,8 mol, N_2 – 64 mol,

C_2H_4 netransformată + CO_2 - 21,2 mol

1p

14 mol $C_2H_4O \rightarrow 14$ mol C_2H_4 se transformă în oxid de etenă

0,5 p

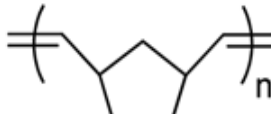
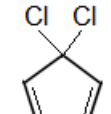
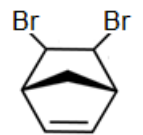
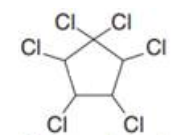
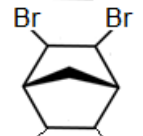
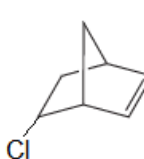
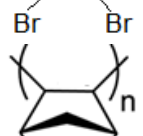
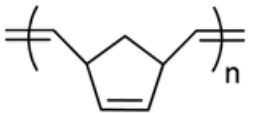
7 mol O ₂ se consumă în reacția de formare a oxidului de etenă	0,5 p
0,8 mol H ₂ O → 0,4 mol C ₂ H ₄ arde	0,5 p
0,8 mol CO ₂ se formează prin ardere	0,5 p
1,2 mol O ₂ se consumă în reacția de ardere	0,5 p
7 + 1,2 = 8,2 mol O ₂ introdus în reactor	0,5 p
nr. mol CO ₂ introdus în reactor = 2x nr. mol O ₂ → nr. mol CO ₂ introdus în reactor = 16,4 mol	0,5 p
nr. mol CO ₂ final = 16,4 + 0,8 = 17,2 mol	0,5 p
nr. mol C ₂ H ₄ netransformată = 21,2 - 17,2 = 4 mol	0,5 p
nr. mol C ₂ H ₄ introdusă în reactor = 14 + 0,4 + 4 = 18,4 mol	0,5 p

%cantitatea de etena introdusă în reactor transformată în oxid de etenă = 76,08% 1 p

SUBIECTUL al IV-lea

20 de puncte

a)

A	HC≡CH	1p	G		1p	L		1p
B		1p	H		1p	M		1p
D	H ₂ C=CH-Cl	1p	I		1p	N		1p
E		1p	J		1p	N₁		1p
F		1p	K		1p			

b) $1121,85 \cdot 50/100 = 560,925$ mg **M** pur, practic $\Rightarrow 2,025$ mmol **M** practic $\Rightarrow 2,025 \cdot \frac{100}{75} \cdot \frac{100}{90} = 3$ mmol **M** teoretic $\Rightarrow 3$ mmol **B** teoretic

$300 \cdot \frac{100}{80} = 375$ mg **D** teoretic $\Rightarrow 6$ mmol **D** teoretic $\Rightarrow 6$ mmol **A** teoretic

A este în exces $\Rightarrow$ din 3 mmol **B** $\Rightarrow 3$ mmol **N**

6p

Barem elaborat de:

prof. Popescu Elena Irina de la Colegiul Național „Ion Luca Caragiale” din Ploiești, jud. Prahova
prof. Dejanu Mariana de la Liceul Tehnologic Nr. 1 din Mărăcineni, jud. Argeș
prof. Morcovescu Mihaela de la Colegiul Național „Mihai Viteazul” din Ploiești, jud. Prahova
prof. Pop Corina de la Liceul Teoretic „Onisifor Ghibu” din Cluj-Napoca, jud. Cluj

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a XI-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

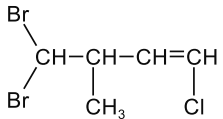
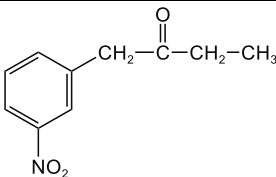
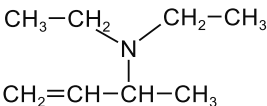
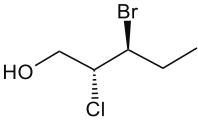
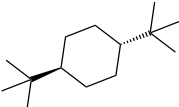
Orice modalitate de rezolvare corectă a cerințelor va fi punctată corespunzător.

SUBIECTUL I

35 de puncte

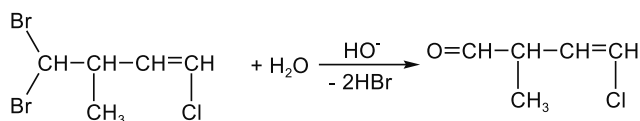
Subiectul A.27 puncte

1. a. scrierea formulelor de structură ale substanțelor notate cu literele (A), (B), (C), (D) și (E) (5 x 1p = 5 p)

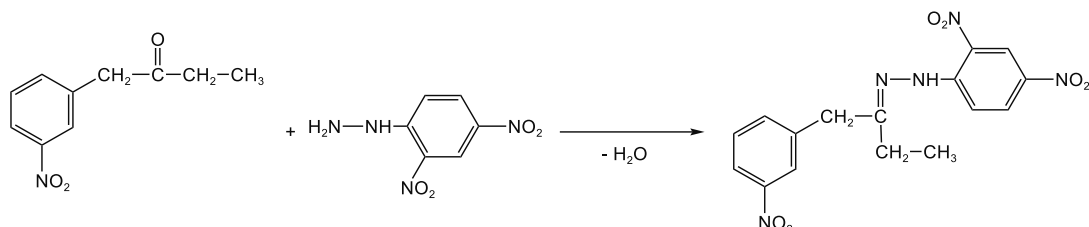
Substanța	Formula de structură
(A)	
(B)	
(C)	
(D)	
(E)	

b. precizarea numărului de stereoisomeri ai substanței (A): 4 (0,5 p)

c. scrierea ecuației reacției de hidroliză bazică a substanței (A) (2 p)

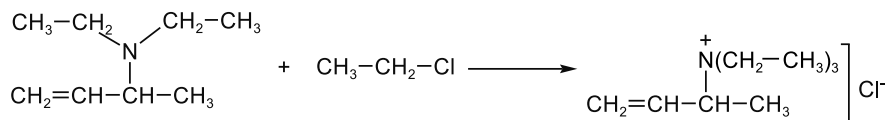


d. scrierea ecuației reacției chimice a compusului (B) cu DNPH (2,4-dinitrofenilhidrazină) (2 p)



notarea valorii N.E. a produsului de reacție: N.E. = 12 (0,5 p)

e. scrierea ecuației reacției de alchilare a compusului (C) cu clorură de etil (1 p)



2. a. notarea denumirilor substanțelor (G) și (K) (2 x 1 p = 2 p)

(G): Acid 3-ciclopropilpropinoic

(K): N-(p-etoxifenil)acetamidă /N-acetil-p-etoxianilină

b. notarea numărului de electroni neparticipanți la legături chimice din molecula substanței (L): 42 (0,5 p)

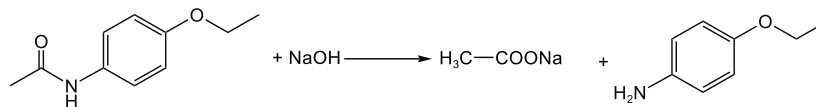
c. notarea numărului de legături covalent coordinative din molecula substanței (J): 4 (0,5 p)

d. notarea N.O. pentru atomii notați cu 1 și 2 din molecula substanței (G) (2 x 0,5 p = 1 p)

Atomul 1 are N.O. = +3

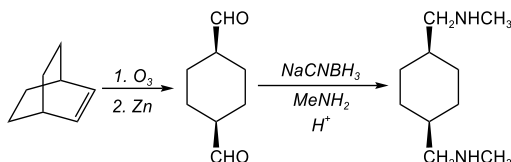
Atomul 2 are N.O. = 0.

e. scrierea ecuației reacției de hidroliză bazică a compusului (K) (1 p)



f. sinteza substanței (H), în maximum 4 etape (3 p)

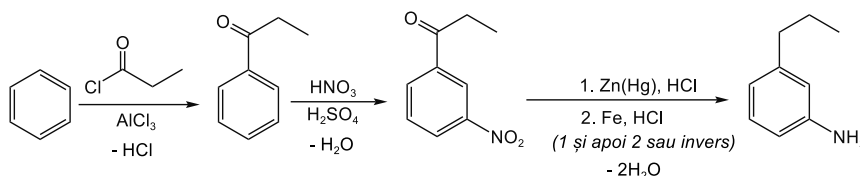
Exemplu:



Obs. Dacă se depășește numărul de etape se acordă 2 puncte.

g. sinteza substanței (F), în maximum 4 etape (3 p)

Exemplu:



Obs. Dacă se depășește numărul de etape se acordă 2 puncte.

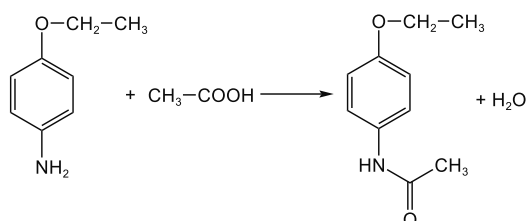
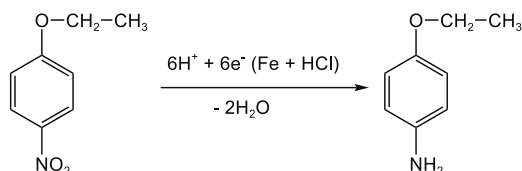
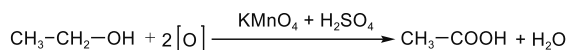
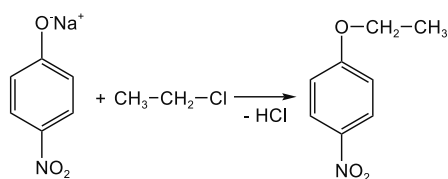
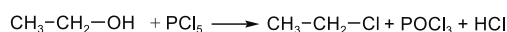
h. notarea raportului atomic C:H:N:O din molecula compusului (L): C:H:N:O=33:57:3:9 (4 x 0,25 p = 1 p)

i. notarea numărului de atomi de carbon asimetric din molecula compusului (L): 6 (0,5 p)

j. notarea configurației sterice R pentru atomul de carbon asimetric notat cu cifra 1 din molecula compusului (L) (0,5 p)

k. sinteza substanței (K), în maximum 6 etape, din p-nitrofenoxid de sodiu, etanol și compuși anorganici (3 p)

Obs. Dacă se depășește numărul de etape se acordă 2 puncte.

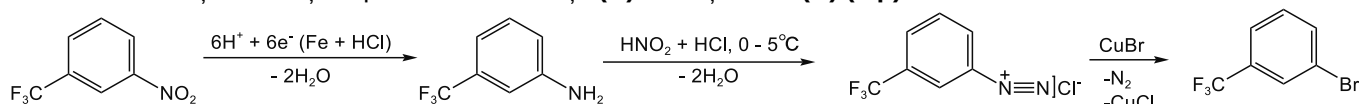


Subiectul B.8 puncte

1. scrierea formulelor de structură ale substanțelor (A), (B), (C), (D) și (E) (5 x 1 p = 5 p)

Substanța	Formula de structură
(A)	
(B)	
(C)	
(D)	
(E)	

2. scrierea ecuațiilor reacțiilor prin care substanța (B) se obține din (A) (3 p)



SUBIECTUL al II-lea

25 de puncte

Subiectul A.7 puncte

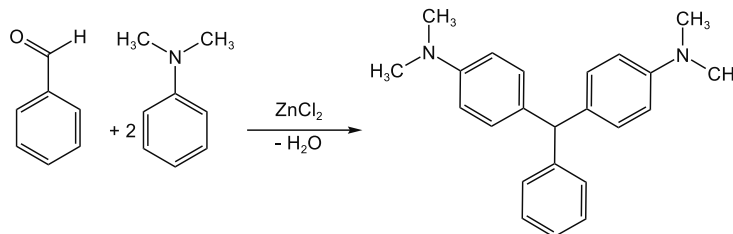
1. notarea numărului atomilor de carbon asimetric din molecula atropinei: 3 atomi de carbon asimetric (1p)

2. scrierea formulelor structurale ale compușilor (A), (B), (C) și (D) (4 x 1 p = 4 p).

Compus	(A)	(B)	(C)	(D)
Formulă structurală				

3. precizarea stării de hibridizare a atomilor de carbon din substanța (D): toți atomii de carbon sunt hibridizați sp^2 (1 p)

4. scrierea ecuației reacției de obținere a colorantului verde de anilină din benzaldehidă cu N,N-dimetilanilină, în prezența H_2SO_4 sau ZnCl_2 (1p)

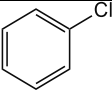
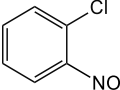
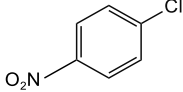
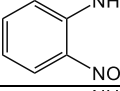
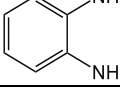
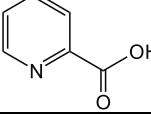
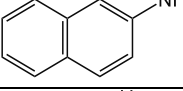
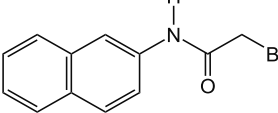
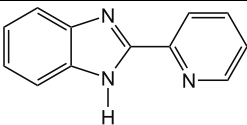
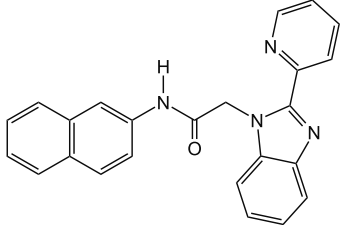


Subiectul B.11 puncte

scrierea formulelor de structură ale compușilor (A), (B), (C), (D), (D'), (E), (F), (G), (Q), (X), (Y) și (Z).

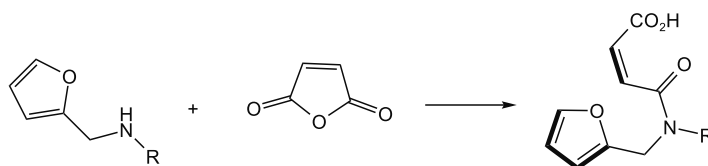
Compusul	Formula de structură	Punctaj
(A)		0,75 p
(B)		0,75 p

Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

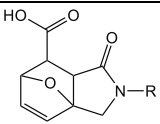
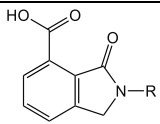
(C)		0,5 p
(D)		0,5 p
(D')		0,5 p
(E)		1 p
(F)		1 p
(G)		1 p
(Q)		1 p
(X)		1 p
(Y)		1,5 p
(Z)		1,5 p

Subiectul C.7 puncte

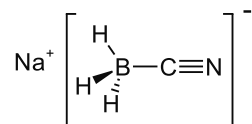
1. a. scrierea ecuației reacției de obținere a compusului (A) din furimilamină (1,5 p).



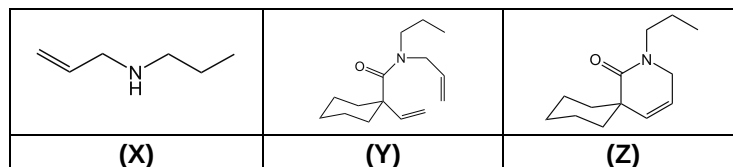
b. scrierea formulelor de structură ale substanțelor (B) și (C) (2 x 1 p = 2 p).

	
(B)	(C)

2. a. formula de structură a NaBH_3CN (0,5p)



b. scrierea formulelor de structură ale compușilor (X), (Y) și (Z) (3 x 1 p = 3 p).

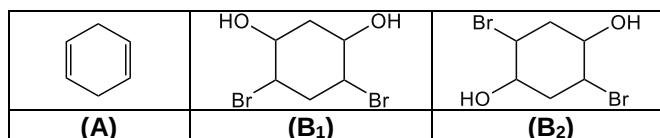


SUBIECTUL al III-lea

20 de puncte

Subiectul A.10 puncte

1. scrierea formulelor de structură ale substanțelor (A), (B₁) și (B₂) (3 x 1 p = 3p)



2. scrierea formulelor de structură ale celor șase izomeri sterici ai compușilor (B₁) și (B₂) (6 x 1 p = 6 p)

Compusul	Izomeri sterici			
(B ₁)		sau		
	Mezo		Enantiomeri	
(B ₂)		sau		
	Mezo		Enantiomeri	

3. notarea numărului de perechi de enantiomeri: 2 (0,5 p)

notarea numărului de forme mezo: 2 (0,5 p)

Subiectul B.10 puncte

1. scrierea formulelor de structură ale substanțelor (X), (Y), (Z), (W), (A), (B) și (C).

Compus	Formulă structurală	Punctaj
(X)		0,5 p
(Y)		0,5 p
(Z)		0,5 p
(W)		0,75 p

Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

(A)		0,75 p
(B)		0,75 p
(C)		0,75 p

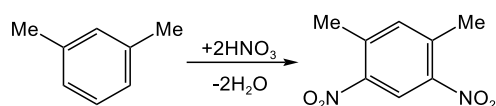
2. scrierea formulelor de structură ale substanțelor (D), (E), (F) și (G).

Compus	Formulă structurală	Punctaj
(D)		1
(E)		1,5 p
(F)		1,5 p
(G)		1,5 p

SUBIECTUL al IV-lea

20 de puncte

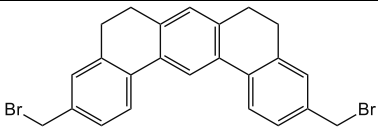
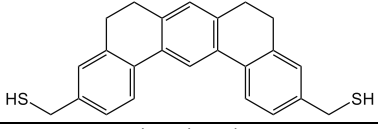
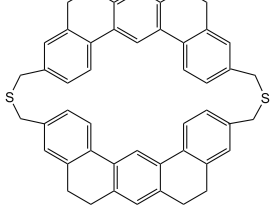
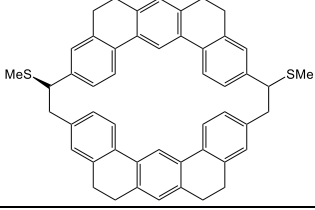
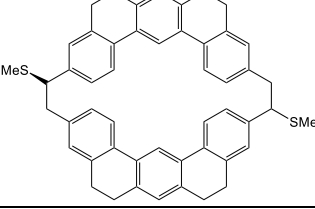
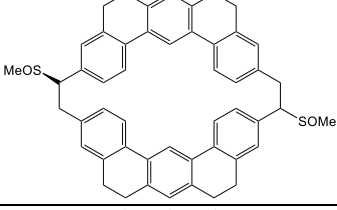
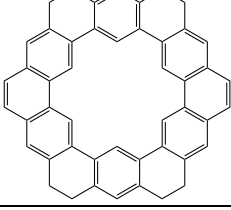
- notarea formulei moleculare a kekulenei: $C_{48}H_{24}$ (1 p)
- scrierea ecuației reacției de obținere a compusului (A) (1 p)



3. scrierea formulelor de structură ale substanțelor (B), (C), (D), (E), (F), (G), (H), (I) și (K).

Substanța	Formula de structură	Punctaj
(B)		2 p
(C)		2 p

Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

(D)		2 p
(E)		2 p
(F)		2 p
(G)		2 p
(H)		2 p
(I)		2 p
(K)		2 p

Subiecte propuse de:

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

prof. Alexandru Sava de la Liceul Tehnologic „Ferdinand I” din Curtea de Argeș

prof. Andra Ionescu de la Colegiul Național „Costache Negri” din Galați

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

OLIMPIADA DE CHIMIE
etapa județeană/municipiului București
23 martie 2024
Clasa a XII-a

BAREM DE EVALUARE ȘI DE NOTARE

SE PUNCTEAZĂ CORESPUNZĂTOR ORICE FORMULARE/MODALITATE DE REZOLVARE CORECTĂ A CERINTELOR.

Subiectul I

25 de puncte

A) (8 puncte)

a) $P_4(\text{alb}, s) + 5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s)$	3p
b) $2PCl_3(\ell) + O_2(g) \rightarrow 2POCl_3(\ell) \quad \Delta_r H_1^\circ = -554 \text{ kJ} \quad \cdot 5$ $P_4O_{10}(s) + 6PCl_5(s) \rightarrow 10POCl_3(\ell) \quad \Delta_r H_2^\circ = -346 \text{ kJ} \quad \cdot (-1)$ $P_4(\text{alb}, s) + 6Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_3(\ell) \quad \Delta_r H_3^\circ = -1280 \text{ kJ} \quad \cdot \frac{5}{2}$ $P_4(\text{alb}, s) + 10Cl_2(g) \rightarrow 4PCl_5(s) \quad \Delta_r H_4^\circ = -1760 \text{ kJ} \quad \cdot \left(-\frac{3}{2}\right)$ $P_4(\text{alb}, s) + 5O_2(g) \rightarrow P_4O_{10}(s) \quad \Delta_r H^\circ = ?$ $\Delta_r H^\circ = 5 \cdot \Delta_r H_1^\circ - \Delta_r H_2^\circ + \frac{5}{2} \cdot \Delta_r H_3^\circ - \frac{3}{2} \cdot \Delta_r H_4^\circ \Rightarrow \Delta_r H^\circ = -2984 \text{ kJ}$	4p
$\Delta_r H^\circ = 1 \cdot \Delta_f H_{P_4O_{10}(s)}^\circ \Rightarrow \Delta_f H_{P_4O_{10}(s)}^\circ = -2984 \text{ kJ/mol}$	1p

B. (17 puncte)

a) Zincul reacționează cu soluția de hidroxid de sodiu: $Zn(s) + 2NaOH(aq) + 2H_2O(\ell) \rightarrow Na_2[Zn(OH)_4](aq) + H_2(g)$	3p
$V_{H_2} = 5,6 \text{ l (c.n.)} \Rightarrow m_{Zn} = 16,25 \text{ g}$ $\%Zn = \frac{m_{Zn}}{m_{\text{aliaj}}} \cdot 100 = 40\%$ $\%Cu = 100 - 40 = 60\%$	4p
b) $Q_{\text{alamă}} = Q_{Zn} + Q_{Cu} \Rightarrow m_{\text{alamă}} \cdot c_{\text{alamă}} \cdot \Delta T = (m_{Zn} \cdot c_{Zn} + m_{Cu} \cdot c_{Cu}) \cdot \Delta T \Rightarrow$ $m_{\text{alamă}} \cdot c_{\text{alamă}} = \frac{40}{100} \cdot m_{\text{alamă}} \cdot c_{Zn} + \frac{60}{100} \cdot m_{\text{alamă}} \cdot c_{Cu} \Rightarrow c_{\text{alamă}} = \frac{40}{100} \cdot c_{Zn} + \frac{60}{100} \cdot c_{Cu} \Rightarrow$ $c_{\text{alamă}} = 0,384 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	5p
c) Doar o parte din gheață se topește. Rezultă că temperatura de echilibru este $t_e = 0^\circ \text{C}$. $ Q_{\text{cedat}} = Q_{\text{primit}} \Rightarrow$ $m_{\text{alamă}} \cdot c_{\text{alamă}} \cdot (t_1 - t_e) = C \cdot (t_e - t_o) + m_{H_2O(s)} \cdot c_{H_2O(s)} \cdot (t_e - t_o) + x \cdot \lambda_{t_{H_2O}(s)}}$ $x = \frac{m_{\text{alamă}} \cdot c_{\text{alamă}} \cdot 40 - 10 \cdot C - 10 \cdot m_{H_2O(s)} \cdot c_{H_2O(s)}}{\lambda_{t_{H_2O}(s)}}} = 0,075 \text{ kg} = 75 \text{ g gheață topită}$	5p

Subiectul al II-lea

25 de puncte

a) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}(\text{s}) + \frac{15}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 7\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\ell) \quad \Delta_c U_{\text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH}(\text{s})}^\circ = -3251 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	3p
b) La volum constant, căldura cedată la combustie este egală cu variația energiei interne. Căldura eliberată la combustia acidului benzoic este preluată de sistemul calorimetric, a cărui capacitate calorică este C. $Q_{\text{cedat}} = n_{\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2} \cdot \Delta_c U_{\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2(\text{s})}^\circ$ $\Delta_c U_{\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2(\text{s})}^\circ = -3251 \text{ kJ/mol} = -3251 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$ $ Q_{\text{cedat}} = Q_{\text{primit}} \Rightarrow n_{\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2} \cdot \Delta_c U_{\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2(\text{s})}^\circ = C \cdot \Delta T_1 \Rightarrow C = \frac{n_{\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2} \cdot \Delta_c U_{\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2(\text{s})}^\circ }{\Delta T_1}$ $C = \frac{0,689}{122} \cdot 3251 \cdot 10^3 = 10200 \frac{\text{J}}{\text{K}}$	5p
c) Căldura eliberată la combustia alcanului (A) este preluată de sistemul calorimetric, a cărui capacitate calorică este C = 10200 J/K . $Q_{\text{cedat}} = n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \cdot \Delta_c U_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ$ $ Q_{\text{cedat}} = Q_{\text{primit}} \Rightarrow n_{\text{C}_8\text{H}_{18}} \cdot \Delta_c U_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ = C \cdot \Delta T_2 \Rightarrow \Delta_c U_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ = -\frac{C \cdot \Delta T_2}{n_{\text{C}_8\text{H}_{18}}}$ $\Delta_c U_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ = -\frac{10200 \cdot 2,67}{5 \cdot 10^{-3}} = -5467200 \text{ J/mol} = -5467,2 \text{ kJ/mol}$	5p
$\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\ell) \quad \Delta_r H^\circ$	3p
$\Delta n_{\text{gaze}} = n_{\text{CO}_2} - n_{\text{O}_2} = 8 - \frac{25}{2} = -4,5 \text{ mol gaze}$ Conform principiului I al termodinamicii, $\Delta U = Q + L$. La presiune constantă, $Q_p = \Delta_c H^\circ$ și $L = -p \cdot \Delta V = -\Delta n_{\text{gaze}} \cdot R \cdot T$ $\Rightarrow \Delta_c H_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ = \Delta_c U_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ + \Delta n_{\text{gaze}} RT$ $\Delta_c H_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ = -5467,2 \cdot 10^3 - 4,5 \cdot 8,314 \cdot 298 = -5478349 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} = -5478,35 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	5p
d) $\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell) + \frac{25}{2}\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 8\text{CO}_2(\text{g}) + 9\text{H}_2\text{O}(\ell)$ $\Delta_r H^\circ = 1 \cdot \Delta_c H_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ \Rightarrow \Delta_r H^\circ = -5478,35 \text{ kJ}$ $\Delta_r H^\circ = 8 \cdot \Delta_f H_{\text{CO}_2(\text{g})}^\circ + 9 \cdot \Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}(\ell)}^\circ - \Delta_f H_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ \Rightarrow$ $\Delta_f H_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ = 8 \cdot \Delta_f H_{\text{CO}_2(\text{g})}^\circ + 9 \cdot \Delta_f H_{\text{H}_2\text{O}(\ell)}^\circ - \Delta_r H^\circ$ $\Delta_f H_{\text{C}_8\text{H}_{18}(\ell)}^\circ = -239,15 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$	4p

Subiectul al III-lea

25 de puncte

A. (10 puncte)

a) $\ln \frac{C_o}{C_A} = k_1 \cdot t$ $t = t_{1/2} \Rightarrow C_A = \frac{C_o}{2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1} \Rightarrow t_{1/2} = 1732,8 \text{ s}$	3p															
b) Notăm cu x gradul de descompunere al reactantului A(g) $x = \frac{n_{A \text{ (react)}}}{n_o} = \frac{P_{A \text{ (react)}}}{P_o} \Rightarrow P_{A \text{ (react)}} = x \cdot P_o$ La momentul t: $P_A = P_o - P_{A \text{ (react)}} = P_o(1 - x)$ <table><tr><th>Momentul</th><th>P_A</th><th>P_B</th><th>P_C</th><th>P</th></tr><tr><td>t = 0</td><td>P_o</td><td>-</td><td>-</td><td></td></tr><tr><td>t</td><td>$P_o(1 - x)$</td><td>$x \cdot P_o$</td><td>$x \cdot P_o$</td><td>$P_o(1 + x)$</td></tr></table> $P = P_o(1 + x)$ $\ln \frac{P_o}{P_A} = k_1 t \Rightarrow \ln \frac{P_o}{P_o(1 - x)} = k_1 t \Rightarrow \ln \frac{1}{1 - x} = k_1 t \Rightarrow 1 - x = e^{-k_1 t} \Rightarrow x = 1 - e^{-k_1 t}$ $P = P_o(1 + x) \Rightarrow P = P_o(2 - e^{-k_1 t}) \Rightarrow P = 600 \cdot \left(2 - e^{-4 \cdot 10^{-4} \cdot 3600} \right) \Rightarrow P = 1057,85 \text{ Torr}$	Momentul	P_A	P_B	P_C	P	t = 0	P_o	-	-		t	$P_o(1 - x)$	$x \cdot P_o$	$x \cdot P_o$	$P_o(1 + x)$	5p
Momentul	P_A	P_B	P_C	P												
t = 0	P_o	-	-													
t	$P_o(1 - x)$	$x \cdot P_o$	$x \cdot P_o$	$P_o(1 + x)$												
c) $\ln \frac{P_o}{P_A} = k_1 t \Rightarrow P_A = P_o \cdot e^{-k_1 t} \Rightarrow P_A = 229,74 \text{ Torr}$	2p															

B. (15 puncte)

a) $\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_o} = 2k_2 \cdot t$ $t = t_{1/2} \Rightarrow C_A = \frac{C_o}{2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{1}{2k_2 C_o}$ $P_i \cdot V = n_i RT \Rightarrow P_i = \frac{n_i}{V} \cdot RT \Rightarrow P_i = C_{M_i} \cdot RT \Rightarrow C_{M_i} = \frac{P_i}{RT}$ $k_2 = 8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}^{-1} \cdot \text{L} \cdot \text{s}^{-1}$ $t_{1/2} = \frac{1}{2k_2 C_o} = \frac{RT}{2k_2 P_o} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{0,082 \cdot 1000}{2 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{600}{760}} \Rightarrow t_{1/2} = 6491,6 \text{ s}$	5p
b) Notăm cu 2x gradul de descompunere al reactantului A(g) $2x = \frac{C_{A(\text{react})}}{C_o} = \frac{P_{A(\text{react})}}{P_o} \Rightarrow P_{A(\text{react})} = 2x \cdot P_o$	

Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

La momentul t, presiunea parțială a reactantului A este: $P_A = P_0 - P_{A(\text{react})} = P_0 - 2x \cdot P_0 = P_0(1 - 2x)$					
Momentul	P_A	P_D	P_E	P	
t = 0	P_0	-	-		
t	$P_0(1 - 2x)$	$x \cdot P_0$	$x \cdot P_0$	P_0	
La momentul t: P = $P_0 = 600 \text{ Torr} = \text{const.}$ - reacție fără variația numărului de moli de gaz.					5p
c) $\frac{1}{C_A} - \frac{1}{C_0} = 2k_2 \cdot t \Rightarrow \frac{RT}{P_A} = \frac{RT}{P_0} + 2k_2 t \Rightarrow P_A = \frac{P_0 RT}{RT + 2k_2 P_0 t}$ t = 40 min = 2400 s $P_A = 0,5763 \text{ atm} \Rightarrow P_A = 438 \text{ Torr}$					5p

Subiectul al IV-lea

25 de puncte

a) $\ln \frac{C_0}{C_X} = k_1 \cdot t \Rightarrow k_1 = \frac{1}{t} \cdot \ln \frac{C_0}{C_X}$ $t = 5 \text{ min} \Rightarrow k_{(1)} = 7,54 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ $t = 10 \text{ min} \Rightarrow k_{(2)} = 7,47 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ $t = 20 \text{ min} \Rightarrow k_{(3)} = 7,48 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ $t = 30 \text{ min} \Rightarrow k_{(4)} = 7,54 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ $k_{(1)} \simeq k_{(2)} \simeq k_{(3)} \simeq k_{(4)} \Rightarrow \text{reacția este de ordinul 1}$		4p
b) $k_1 = \frac{k_{(1)} + k_{(2)} + k_{(3)} + k_{(4)}}{4} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$		2p
$t = t_{1/2} \Rightarrow C_X = \frac{C_0}{2} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k_1} = 92,42 \text{ min}$		2p
c) $t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 288 \text{ K}$ $k_{T_1} = 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ $t_2 = 30 \text{ }^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 303 \text{ K}$ $\ln \frac{k_{T_2}}{k_{T_1}} = \frac{E_a(T_2 - T_1)}{RT_1 T_2} \Rightarrow k_{T_2} = k_{T_1} \cdot e^{\frac{E_a(T_2 - T_1)}{RT_1 T_2}}$ $T_2 = 303 \text{ K} \Rightarrow k_{T_2} = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$		4p
d) După amestecare: $ Q_{\text{cedat}} = Q_{\text{primit}} \Rightarrow m_{s_2} \cdot c \cdot (T_2 - T_e) = m_{s_1} \cdot c \cdot (T_e - T_1) \Rightarrow$ $V_{s_2} \cdot \rho \cdot c \cdot (T_2 - T_e) = V_{s_1} \cdot \rho \cdot c \cdot (T_e - T_1) \Rightarrow T_e = 297 \text{ K}$ $T_e = 297 \text{ K} \Rightarrow t_e = 24 \text{ }^\circ\text{C}$		2p

Ministerul Educației
Centrul Național de Politici și Evaluare în Educație

$\ln \frac{k_{T_e}}{k_{T_1}} = \frac{E_a (T_e - T_1)}{RT_1 T_e} \Rightarrow k_{T_e} = k_{T_1} \cdot e^{\frac{E_a (T_e - T_1)}{RT_1 T_e}}$ $T_e = 297 \text{ K} \Rightarrow k_{T_e} = 1,57 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$	4p
$\ln \frac{C_o}{C_X} = k_1 \cdot t \Rightarrow C_X = C_o \cdot e^{-k_1 \cdot t}$ t = 15 min În Reactorul R₁: $C_{1X} = 2 \cdot e^{-7,5 \cdot 10^{-3} \cdot 15} = 1,787 \text{ mol/L} \Rightarrow n_{1X} = C_M \cdot V_s = 1,787 \cdot 2 = 3,574 \text{ mol X}$ În reactorul R₂: $C_{2X} = 1 \cdot e^{-2,5 \cdot 10^{-2} \cdot 15} = 0,687 \text{ mol/L} \Rightarrow n_{2X} = C_M \cdot V_s = 0,687 \cdot 3 = 2,061 \text{ mol X}$	2p
După amestecare: $C_{oX} = \frac{n_{1X} + n_{2X}}{V_{s1} + V_{s2}} = \frac{3,574 + 2,061}{2 + 3} = 1,127 \text{ mol/L}$	2p
t = 10 min $T_e = 297 \text{ K} \Rightarrow k_{T_e} = 1,57 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ $\ln \frac{C_o}{C_X} = k_1 \cdot t \Rightarrow C_X = C_o \cdot e^{-k_{T_e} \cdot t}$ $C_X = 0,963 \text{ mol/L}$	3p

Barem elaborat de:

Prof. Vasile Sorohan, *Colegiul Național "Costache Negruzzi" din Iași*

Prof. Iuliana Shajaani, *Colegiul Național "Matei Basarab" din București*

Prof. Carmen Argeșanu, *Colegiul Național "Nichita Stănescu" din Ploiești*

Prof. Gabi Micu, *Colegiul Național Militar "Alexandru Ioan Cuza" din Constanța*