

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

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din Tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte.
- Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.

Subiectul I

20 de puncte

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

Identificați compușii binari având în vedere informațiile:

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

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

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

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

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

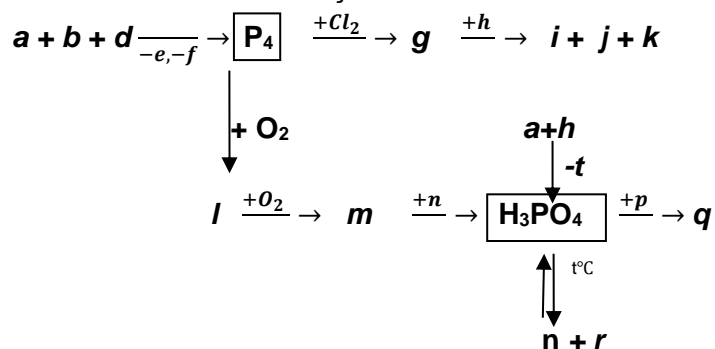
b) Aranjați elementele chimice Ca, Cl, K, Ar în ordinea creșterii primei energii de ionizare.

Subiectul al II-lea

25 de puncte

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

Se consideră schema de reacții:



Știind că:

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

Subiectul al III-lea

25 de puncte

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

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

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

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

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

a. Determinați formula chimică a compusului X.

b. Scrieți ecuațiile reacțiilor 1, 2 și 3.

Subiectul al IV-lea

30 de puncte

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

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

a) Identificați substanțele X, Y și Z.

b) Identificați compusul T.

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

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

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

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

Subiecte elaborate, selectate și prelucrate de:

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

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

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																													
1A	2A											3A	4A	5A	6A	7A	8A																													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	3A	4A	5A	6A	7A	8A																													
H 1.008	He 4.003	Li 6.941	Be 9.012	B 10.81	C 12.01	N 14.01	O 16.00	F 19.00	Ne 20.18	Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95																													
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																					
Na 22.99	Mg 24.31	Al 26.98	Si 28.09	P 30.97	S 32.07	Cl 35.45	Ar 39.95	K 39.10	Ca 40.08	Sc 44.96	Ti 47.88	V 50.94	Cr 52.00	Mn 54.94	Fe 55.85	Co 58.93	Ni 58.69	Cu 63.55	Zn 65.39	Ga 69.72	Ge 72.61	As 74.92	Se 78.97	Br 79.90	Kr 83.80																					
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71												
Rb 85.47	Sr 87.62	Y 88.91	Zr 91.22	Nb 92.91	Mo 95.95	Tc (98)	Ru 101.1	Rh 102.9	Pd 106.4	Ag 107.9	Cd 112.4	In 114.8	Sn 118.7	Sb 121.8	Te 127.6	I 126.9	Xe 131.3	Cs 132.9	Ba 137.3	La 138.9	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												
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											
Fr (223)	Ra (226)	Ac (227)	Th 232.0	Pa 231.0	U 238.0	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)	Rf (261)	Hf 178.5	Ta 180.9	Re 186.2	Os 190.2	Ir 192.2	Pt 195.1	Au 197.0	Hg 200.6	Tl 204.4	Pb 207.2	Bi 209.0	Po (209)	At (210)	Rn (222)	Ac (227)	Th (232)	Pa (231)	U (238)	Np (237)	Pu (244)	Am (243)	Cm (247)	Bk (247)	Cf (251)	Es (252)	Fm (257)	Md (258)	No (259)	Lr (262)