

**Etapă județeană/sectoarelor municipiului București a olimpiadelor naționale școlare - 2019**

**Probă scrisă  
Chimie  
Clasa a IX-a**

- Timpul de lucru efectiv este de 3 ore.
- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza mase atomice rotunjite din tabelul periodic, care se găsește la sfârșitul variantei de subiecte. Excepție face subiectul III B.

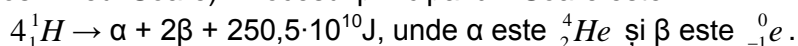
**SUBIECTUL I (25 puncte)**

**A. (9 puncte)** Se consideră elemente chimice:  ${}_{20}^{40}\text{Ca}$ ,  ${}_{53}^{127}\text{I}$ ,  ${}_{81}^{204}\text{Tl}$ ,  ${}_{88}^{226}\text{Ra}$ ,  ${}_{86}^{222}\text{Rn}$ . Nucleul unui element

chimic manifestă radioactivitate naturală dacă  $\frac{A-Z}{Z} > 1,5$ . Utilizând această informație:

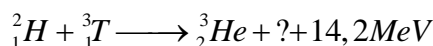
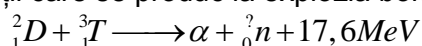
- Precizați elementele care au radioactivitate naturală.
- Scrieți configurația electronică a elementelor fără radioactivitate naturală.
- Pentru elementele cu radioactivitate naturală scrieți configurațiile electronice ale atomilor și ionilor pe care aceștia îi formează și modelați procesele de ionizare.

**B. (9 puncte)** Studiind emisiile radiațiilor solare, astronomii francezi Pierre Janssen și Joseph Norman Lockyer au observat în mod independent o linie galbenă în spectrul solar, care nu corespundea niciunui element chimic descoperit până la acea dată. Câțiva ani mai târziu, Sir William Ramsay a observat, tot independent, că elementul chimic descoperit de cei doi francezi, se află în *cleveit*, un minereu radioactiv natural ce conține uraniu. Mai târziu acest element a fost denumit heliu (Helios – Zeul Soare). Procesul principal din Soare este:

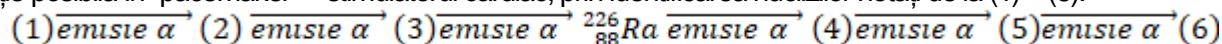


Completați următoarele reacții nucleare:

- reacții care se produc la explozia bombei cu hidrogen:



- reacție posibilă în "pacemaker" – stimulatorul cardiac, prin identificarea nucleizilor notați de la (1) – (6).



**C. (7 puncte)** O substanță neagră (XY) ce cristalizează în sistem cubic asemănător clorurii de sodiu, conține într-o pereche de ioni (XY), 32 de protoni. Sarcina reală a protonilor din atomul elementului Y este  $+12,8 \cdot 10^{-19}\text{C}$ . Într-un mol de compus  $\text{Z}_n\text{Y}$  se află  $2N_A$  covalențe simple. Numărul de electroni din atomul elementului Z este jumătate din numărul electronilor puși în comun de atomul elementului Y. La  $1000^\circ\text{C}$  substanța XY este redusă la metal.

- Scrieți ecuația reacției sugerate în text identificând XY și  $\text{Z}_n\text{Y}$ .
- Notați configurația electronică a metalului.

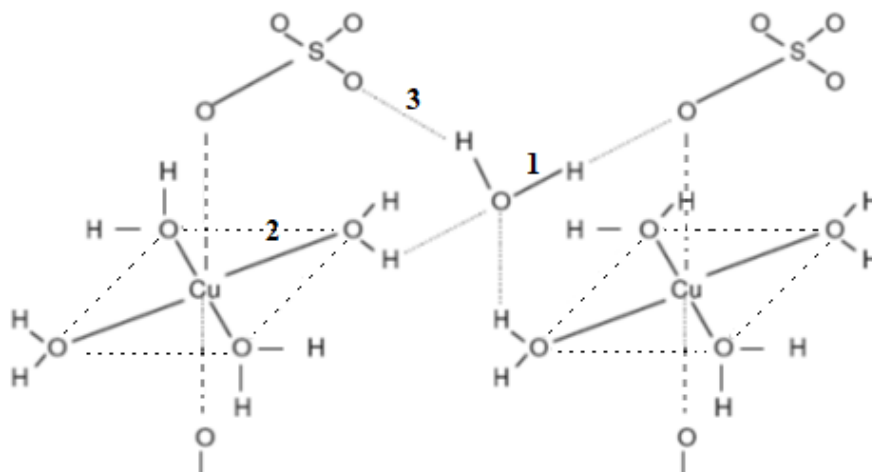
**SUBIECTUL al II-lea (25 puncte)**

**A. (15 puncte)** Copiați tabelul de mai jos pe foaia de concurs și completați-l conform cerințelor, după modelul prezentat:

Formulă chimică/denumire	Tipul de structură	Tipul de hibridizare a atomului central	Polaritatea
$\text{PH}_3$ fosfan/fosfină	structură piramidală	hibridizare P-sp <sup>3</sup>	moleculă polară, cu legături covalente polare
$\text{CO}_2$ dioxid de carbon			
$\text{SO}_3$ trioxid de sulf			
$\text{NO}_2^-$ ion azotit			
$\text{ClO}_2$ dioxid de clor			
$\text{XeF}_4$ tetrafluorură de xenon			

**B. (10 puncte)** Sulfatul de cupru se folosește ca erbicid neagră pentru a controla plantele acvatice invazive și rădăcinile plantelor situate în apropierea conductelor de apă. Cele mai multe specii de alge pot fi controlate cu concentrații foarte scăzute de sulfat de cupru, în piscine se folosește ca algicid. O soluție diluată de sulfat de cupru se utilizează pentru tratarea peștilor de acvariu în cazul infecțiilor parazitare și pentru îndepărtarea melcilor din acvariu. Cu toate acestea, ionii de cupru sunt extrem de toxici pentru pești.

În figura de mai jos este reprezentată schematic structura unui cristalohidrat **A**, al sulfatului de cupru:



- Precizați natura legăturilor numerotate cu **1**, **2** și **3**.
- La o ușoară încălzire a unei eprubete ce conține o probă de cristalohidrat **A**, colorația albastră a acestuia persistă și apar picături de lichid condensat în partea superioară a eprubetei. Explicați fenomenul descris. Scrieți ecuația procesului.
- Modelați formarea legăturii numerotate cu **2** din figură.
- Precizați numărul de coordonare al cuprului în cristalohidratul **A** și geometria adoptată.

### **SUBIECTUL al III-lea**

**(25 puncte)**

**A. (15 puncte)** Varul nestins este folosit în industria fabricării materialelor de construcții, în metalurgie la desulfurarea minereurilor de fier, în industria chimică la producerea amendamentelor de îmbunătățire a solurilor acide, la obținerea hipocloritului de calciu sau în industria alimentară ca regulator al valorii de  $pH$  (quantum satis) la alimente – E529.

O probă **A** de var nestins cu masa 84 g reacționează total cu 45,975 g apă, la 20°C. După decantarea amestecului de reacție, în partea de jos a vasului se află 105,561 g material solid. Amestecul eterogen **E**<sub>1</sub> obținut se neutralizează cu 300 g soluție de acid clorhidric de concentrație procentuală masică 29,2%.

La sfârșitul reacției se obține un alt amestec eterogen **E**<sub>2</sub> compus dintr-o soluție **S**<sub>1</sub> și 16,8 g material solid. După evaporarea apei din soluția **S**<sub>1</sub> se separă o probă **B** de  $CaCl_2 \cdot aH_2O$ . Proba **B** se dizolvă în 36,9 g apă și se formează 299,7 g soluție saturată, la 20°C.

Determinați:

- puritatea probei **A** de var nestins;
- coeficientul de solubilitate a hidroxidului de calciu, la 20°C;
- concentrația procentuală masică a soluției **S**<sub>1</sub>;
- formula chimică a cristalohidratului din proba **B**.

**Informații:**

- Coeficientul de solubilitate a clorurii de calciu, la 20°C este de 80g/100 g H<sub>2</sub>O.
- Impuritățile din varul nestins nu sunt solubile în apă și nu reacționează cu HCl.

**B. (10 puncte)** În România exploatarea zăcămintelor de sare se face încă din antichitate în localități ce poartă des denumirea de ocnă (mină de sare): Ocna Mureș, Ocna Șugatag, Târgu Ocna, Ocnele Mari. Sarea gemă (halit) este o clorură naturală cristalizată în sistem cubic utilizată

- în tratamentul afecțiunilor respiratorii (speleoterapie) și în cure de mineralizare a organismului. Clorura de sodiu solidă are densitatea  $2,163 \text{ g/cm}^3$  și masa moleculară 58,44. Calculați:
- masa de clorură de sodiu ce conține 1 mol de electroni;
  - distanța dintre centrele a doi ioni vecini în cristal (considerând cristalul format din cuburi unitare cu dimensiuni egale; un cub unitar conține un singur ion pozitiv sau negativ tangent la fețele cubului);
  - razele celor doi ioni, dacă raza ionului de sodiu este 0,563 din raza ionului de clor;
  - volumul ocupat de ionii dintr-un mol de clorură de sodiu, considerând cazul ideal când ionii sunt sfere tangente;
  - energia minimă necesară ionizării unui mol de atomi de sodiu, considerat în stare de gaz ideal, în kilojouli ( $I_{Na(g)} = 5,138 \text{ eV}$  - energia de ionizare primară a atomului de sodiu în stare gazoasă);
  - cantitatea de sodiu care se obține dacă se folosește integral energia degajată la formarea a 1 mol de ioni de clor, din atomi în stare gazoasă ( $A_{Cl(g)} = -3,617 \text{ eV}$  - afinitatea pentru electron a atomului de clor în stare gazoasă).

### **SUBIECTUL al IV-lea**

**(25 puncte)**

În laborator, Gigel dorește să efectueze o reacție de precipitare cantitativă. Pentru acest lucru folosește o soluție de sulfat de cupru 1M și o soluție de hidroxid de sodiu 2M.

1. Observă cele două soluții din sticlele de reactivi și notează în caiet:

- „soluția de sulfat de cupru este limpede, de culoare albastră“
- „soluția de hidroxid de sodiu este incoloră, cu depuneri de substanță albă“.

2. Măsoară cu atenție 50 mL soluție de sulfat de cupru și după calculele lui, pentru precipitare totală, 50 mL soluție de hidroxid de sodiu (Se consideră densitatea soluțiilor egală cu unitatea).

3. Amestecă cele două soluții și obține un precipitat **PP<sub>1</sub>** albastru, gelatinos ce își modifică rapid culoarea către verde (precipitat **PP<sub>2</sub>**) cu degajare slabă de gaz.

4. Reface experimentul și colectează gazul cu randament de 96% în apă de barită de concentrație procentuală masică 2% și obține un precipitat **PP<sub>3</sub>**.

5. Filtrează precipitatul **PP<sub>3</sub>**, îl usucă, îl cântărește și obține 2,364 g.

6. Calcinează la  $327^\circ\text{C}$  precipitatul verde **PP<sub>2</sub>** rămas pe hârtia de filtru și recuperează 2 L de amestec fierbinte de gaze, la presiune atmosferică, cu densitatea de  $0,4452 \text{ g/L}$ , pe care îl colectează cu pierderi procentuale de 4,675 ori mai mari decât la prima colectare de gaz.

- Scrieți ecuațiile proceselor chimice descrise în experimentul lui Gigel.
- Determinați masa de hidroxid de sodiu din soluția inițială.
- Calculați raportul molar al substanțelor prezente în soluția bazică inițială.
- Determinați conținutul procentual masic de sodiu din soluția bazică inițială.

Volumul molar:  $V_m^0 = 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$

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

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

Sarcina protonului  $+1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

$\pi = 3,14$ .

Subiecte selectate și prelucrate de:

prof. Carmen-Luiza GHEORGHE - Liceul Tehnologic „Costin Nenițescu”, Buzău

prof. Lavinia MUREȘAN, Licel teoretic „Eugen Pora”, Cluj-Napoca

prof. Irina POPESCU, Colegiul Național „I. L. Caragiale”, Ploiești

ANEXA: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

1	1A	1	2	18																
				3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
		H	He	8A																
		1.008	4.003																	
		2A																		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18			
		Li	Be	B	C	N	O	F	Ne											
		6.941	9.012	10.81	12.01	14.01	16.00	19.00	20.18											
		11	12	13	14	15	16	17	18											
		Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar											
		22.99	24.31	26.98	28.09	30.97	32.07	35.45	39.95											
		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
		K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
		39.10	40.08	44.96	47.88	50.94	52.00	54.94	55.85	58.93	58.69	63.55	65.39	69.72	72.61	74.92	78.97	79.90	83.80	
		37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	
		Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe	
		85.47	87.62	88.91	91.22	92.91	95.95	(98)	101.1	102.9	106.4	107.9	112.4	114.8	118.7	121.8	127.6	126.9	131.3	
		55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	
		Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	
		132.9	137.3	138.9	178.5	180.9	183.8	186.2	190.2	192.2	195.1	197.0	200.6	204.4	207.2	209.0	(209)	(210)	(222)	
		87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	
		Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og	
		(223)	(226)	(227)	(261)	(262)	(263)	(262)	(265)	(266)	(281)	(272)	(285)	(286)	(289)	(289)	(293)	(294)	(294)	
		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	
		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	103	104	105	106	
		140.1	140.9	144.2	(145)	150.4	152.0	157.3	158.9	162.5	164.9	167.3	168.9	173.0	175.0	176	177	178	179	180
		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108
		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	109	110	111	112	113
		232.0	231.0	238.0	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)	114	115	116	117	118