

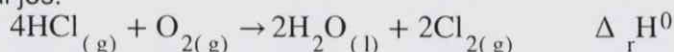
CONCURSUL DE CHIMIE „PETRU PONI”
Etapa județeană/municipiului București
13 aprilie 2024
Clasa a XII-a

- Pentru rezolvarea cerințelor veți utiliza Tabelul Periodic care se găsește la sfârșitul subiectelor. Veți folosi mase atomice rotunjite.
- Timpul de lucru efectiv este de trei ore.

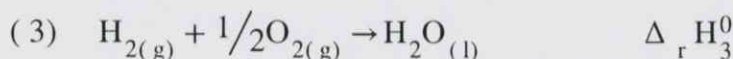
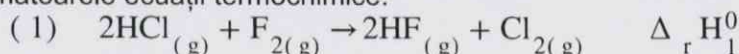
Subiectul I **40 puncte**

Subiectul A **8 puncte**

Acidul clorhidric poate reacționa cu oxigenul în fază gazoasă, formând apă și clor conform ecuației reacției chimice de mai jos:

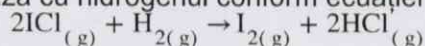


Aplicați legea lui Hess pentru a determina variația de entalpie a reacției dintre acidul clorhidric și oxigen, utilizând următoarele ecuații termochimice:



Subiectul B **10 puncte**

Clorura de iod ($\text{ICl}_{(g)}$) reacționează cu hidrogenul conform ecuației reacției chimice:



Următoarele date experimentale au fost înregistrate:

[ICl] mol/L	[H ₂] mol/L	Viteza de reacție mol/L·s
0,1	0,1	0,03
0,2	0,1	0,06
0,1	0,05	0,015

1. Determinați ordinele parțiale de reacție în raport cu fiecare reactant;
2. Scrieți expresia legii de viteză;
3. Determinați constanta de viteză.

Subiectul C **10 puncte**

În industria clorosodică, procesul de bază este electroliza soluției de clorura de sodiu, din care se obțin: o substanță compusă **A** și două substanțe simple **X₂** și **Y₂**. Substanța **X₂** are masa molară mai mare decât substanța **Y₂**.

1. Scrieți ecuațiile proceselor care au loc la electrozi și precizați tipul acestora (oxidare/reducere);
2. Scrieți ecuația reacției totale;
3. Comparați punctele de fierbere ale substanțelor **X₂** și **Y₂**;
4. Notați o utilizare a substanței **X₂**;

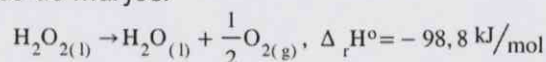
Subiectul D **12 puncte**

Diana are la dispoziție trei pahare Berzelius notate (**B1**), (**B2**) și (**B3**). În paharul Berzelius (**B1**) se află 200 mL soluție de acid clorhidric 0,1M, iar în paharul Berzelius (**B2**) se află 200 mL soluție de hidroxid de sodiu 0,1M. Diana a măsurat pH-ul din cele două pahare Berzelius cu un aparat. După aceea, conținuturile paharelor Berzelius (**B1**) și (**B2**) le-a adăugat în paharul (**B3**) și a măsurat din nou pH-ul cu același aparat.

1. Precizați denumirea aparatului cu care Diana a măsurat pH-ul;
2. Determinați pH-ul soluțiilor din paharele Berzelius (**B1**), (**B2**) și (**B3**);
3. Precizați culoarea fenolftaleinei în cele trei pahare Berzelius (**B1**), (**B2**) și (**B3**);
4. Scrieți ecuația reacției chimice de neutralizare care are loc în paharul Berzelius (**B3**).

Chimia apei oxigenate

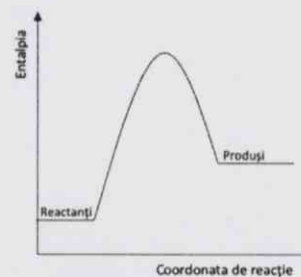
Apa oxigenată este folosită ca dezinfectant pentru răni. Apa oxigenată se descompune la temperatura camerei formând oxigen cu viteză de reacție foarte mică, însă în prezența unor catalizatori, apa oxigenată se descompune rapid și se observă efervescentă datorită oxigenului degajat conform ecuației reacției termochimice de mai jos:



1. Stabiliți tipul reacției chimice după efectul termic;
2. Alegeți graficul corespunzător care sugerează tipul reacției stabilit la punctul 1;



Graficul 1



Graficul 2

3. Calculează entalpia molară de formare standard a apei oxigenate cunoscând entalpia molară de formare standard a apei $\Delta_f H^\circ_{\text{H}_2\text{O}_{(l)}} = -285,8 \text{ kJ/mol}$;
4. Ordonează substanțele $\text{H}_2\text{O}_{2(l)}$ și $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$ în ordinea creșterii stabilității lor;

O probă cu masa de 100 g soluție de apă oxigenată 1M se lasă pe masă la lumină. După două zile se cântărește proba și masa soluției este 99,36 g. Densitatea soluțiilor este 1 g/mL.

5. Calculează concentrația procentuală a soluției inițiale;
6. Calculează masa de oxigen degajată din reacție după două zile;
7. Calculează concentrația molară a soluției finale;
8. Calculează căldura cedată în urma descompunerii apei oxigenate în cele două zile;
9. Calculează viteza medie de descompunere a apei oxigenate în mol/L·h;

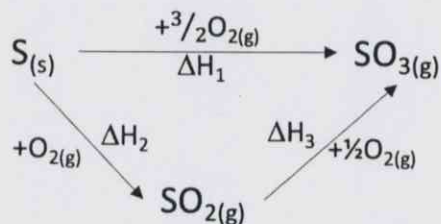
Matei a realizat un experiment în laboratorul de chimie de la liceu pentru a analiza influența unor substanțe asupra vitezei de descompunere a apei oxigenate. Așadar, Matei a adăugat în cinci pahare cantități egale de soluție de apă oxigenată 34%. În primul pahar nu a adăugat nicio altă substanță. În paharele 2, 3, 4 și 5 a adăugat câte un vârf de spatulă din substanțele regăsite în tabel. Matei a înregistrat următoarele rezultate:

Volum O ₂	1 mL	3,5 mL	3,0 mL	2,5 mL	1 mL
Substanță utilizată	Probă martor. Doar soluție de apă oxigenată	MnO ₂	KI	FeCl ₃	CuSO ₄

10. Scrieți formula chimică a substanței care nu este catalizator în reacția de descompunere a apei oxigenate;
11. Scrieți formula chimică a substanței care reprezintă cel mai eficient catalizator pentru descompunerea apei oxigenate.

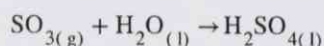
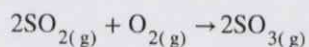
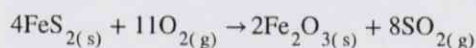
Chimia sulfurului

Legea lui Hess permite calcularea entalpiilor de formare ale unor substanțe care nu se pot obține direct din elementele componente, cum ar fi trioxidul de sulf. Acesta se poate obține în două etape conform schemei de mai jos:



1. Calculați valoarea entalpiei de formare standard a trioxidului de sulf știind că în schema dată $\Delta H_2 = -297 \text{ kJ/mol}$ și $\Delta H_3 = -98,2 \text{ kJ/mol}$;

Acidul sulfuric este unul dintre cei mai utilizați acizi anorganici. Este utilizat în multiple domenii precum industria explozibililor, industria medicamentelor, sinteza compușilor organici etc. Industrial, acidul sulfuric se obține prin procedeul de contact în trei etape:

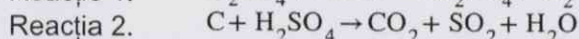
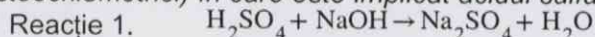


2. Calculați masa de pirită de puritate 80% necesară obținerii a 20 kg soluție acid sulfuric de concentrație procentuală de masă 98%;

Acidul sulfuric este un acid tare și ionizează în două trepte. În a doua etapă de ionizare, ionul sulfat acid este un acid slab.

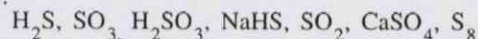
3. Scrieți ecuațiile reacțiilor de ionizare în cele două trepte ale acidului sulfuric;
4. Scrieți expresia matematică a constantei de aciditate în a doua treaptă de ionizare (K_{a2});

Se consideră următoarele reacții chimice nestoechiometrice (nu sunt stabiliți coeficienții stoechiometrici) în care este implicat acidul sulfuric.



5. Identificați reacția de neutralizare și reacția redox;
6. Pentru reacția de neutralizare calculați raportul molar între acid și bază;
7. Pentru reacția redox:
 - 7.a. stabiliți numerele de oxidare pentru toate speciile chimice implicate;
 - 7.b. scrieți ecuația procesului de oxidare, respectiv ecuația procesului de reducere;
 - 7.c. stabiliți coeficienții stoechiometrici prin metoda redox;

Chimia sulfurului este foarte bogată, acesta poate forma o varietate de compuși chimici în care sulfurul are diferite numere de oxidare.



8. Stabiliți numerele de oxidare ale sulfurului din cei 7 compuși enumerați mai sus;
9. Stabiliți valoarea minimă și valoarea maximă ale numerele de oxidare pe care le poate avea sulfurul în compușii săi.

Subiecte selectate și elaborate de:

Prof. Gabriela Lunceanu, Colegiul Energetic, Râmnicu Vâlcea, Vâlcea;

Prof. Iacob Voichițoni, Liceul Teoretic „Alexandru Ioan Cuza”, sector 3, București.

Anexă: TABELUL PERIODIC AL ELEMENTELOR

18	8A	2	He	4.003	10	Ne	20.18	18	Ar	39.95	36	Kr	83.80	54	Xe	131.3	86	Rn	(222)	118	Og	(294)
		17	F	19.00	9	O	16.00	16	S	32.07	34	Se	78.97	53	I	126.9	85	At	(210)	117	Ts	(294)
		16			8			15			33	As	74.92	52	Te	127.6	84	Po	(209)	116	Lv	(293)
		15	N	14.01	7	N	14.01	14	P	30.97	32	Ge	72.61	51	Sb	121.8	83	Bi	209.0	115	Mc	(289)
		14	C	12.01	6	C	12.01	13	Al	26.98	31	Ga	69.72	49	In	114.8	82	Pb	207.2	114	Fl	(289)
		13	B	10.81	5	B	10.81	12	Si	28.09	30	Zn	65.39	48	Cd	112.4	81	Hg	200.6	113	Nh	(286)
		12			4			11			29	Cu	63.55	47	Ag	107.9	80	Au	197.0	112	Cu	(285)
		11			3			10			28	Ni	58.69	46	Pd	106.4	79	Pt	195.1	111	Rg	(272)
		10			2			9			27	Co	58.93	45	Rh	102.9	78	Ir	192.2	110	Ds	(281)
		9			1			8			26	Fe	55.85	44	Ru	101.1	77	Os	190.2	109	Mt	(266)
		8			0			7			25	Mn	54.94	43	Tc	(98)	76	Re	186.2	108	Hs	(265)
		7			0			6			24	Cr	52.00	42	Mo	95.95	75	W	183.8	107	Bh	(262)
		6			0			5			23	V	50.94	41	Nb	92.91	74	Ta	180.9	106	Sg	(263)
		5			0			4			22	Ti	47.88	40	Zr	91.22	73	Hf	178.5	105	Db	(262)
		4			0			3			21	Sc	44.96	39	Y	88.91	72	Rf	(261)	104	Rf	(261)
		3			0			2			20	Ca	40.08	38	Sr	87.62	71	La	138.9	103	Ac	(227)
		2			0			1			19	K	39.10	37	Rb	85.47	70	Ba	137.3	102	Ra	(226)
		1			0			0			18	Na	22.99	36	K	39.10	69	Fr	(223)	101	Pa	231.0
		0			0			0			17	Li	6.941	35	Na	22.99	68			100	Th	232.0
		0			0			0			16	H	1.008	34	Li	6.941	67			99	Ac	(227)
		0			0			0			15	Be	9.012	33	H	1.008	66			98	Pa	231.0
		0			0			0			14			32	Be	9.012	65			97	U	238.0
		0			0			0			13			31			64			96	Np	(237)
		0			0			0			12			30			63			95	Pu	(244)
		0			0			0			11			29			62			94	Am	(243)
		0			0			0			10			28			61			93	Cm	(247)
		0			0			0			9			27			60			92	Bk	(247)
		0			0			0			8			26			59			91	Cf	(251)
		0			0			0			7			25			58			90	Dy	162.5
		0			0			0			6			24			57			89	Tm	168.9
		0			0			0			5			23			56			88	Yb	173.0
		0			0			0			4			22			55			87	No	(259)
		0			0			0			3			21			54			86	Lr	(262)
		0			0			0			2			20			53			85		
		0			0			0			1			19			52			84		
		0			0			0			0			18			51			83		
		0			0			0			0			17			50			82		
		0			0			0			0			16			49			81		
		0			0			0			0			15			48			80		
		0			0			0			0			14			47			79		
		0			0			0			0			13			46			78		
		0			0			0			0			12			45			77		
		0			0			0			0			11			44			76		
		0			0			0			0			10			43			75		
		0			0			0			0			9			42			74		
		0			0			0			0			8			41			73		
		0			0			0			0			7			40			72		
		0			0			0			0			6			39			71		
		0			0			0			0			5			38			70		
		0			0			0			0			4			37			69		
		0			0			0			0			3			36			68		
		0			0			0			0			2			35			67		
		0			0			0			0			1			34			66		
		0			0			0			0			0			33			65		
		0			0			0			0			0			32			64		
		0			0			0			0			0			31			63		
		0			0			0			0			0			30			62		
		0			0			0			0			0			29			61		
		0			0			0			0			0			28			60		
		0			0			0			0			0			27			59		
		0			0			0			0			0			26			58		
		0			0			0			0			0			25			57		
		0			0			0			0			0			24			56		
		0			0			0			0			0			23			55		
		0			0			0			0			0			22			54		
		0			0			0			0			0			21			53		
		0			0			0			0			0			20			52		
		0			0			0			0			0			19			51		
		0			0			0			0			0			18			50		
		0			0			0			0			0			17			49		
		0			0			0			0			0			16			48		
		0			0			0			0			0			15			47		
		0			0			0			0			0			14			46		
		0			0			0			0			0			13			45		
		0			0			0			0			0			12			44		
		0			0			0			0			0			11			43		
		0			0			0			0			0			10			42		
		0			0			0			0			0			9			41		
		0			0			0			0			0			8			40		
		0			0			0			0			0			7			39		
		0			0			0			0			0			6			38		
		0			0			0			0			0			5			37		
		0																				