

## *Analiza unor probe necunoscute*

### **Analiza unor probe necunoscute de 2 cationi și 2 anioni**

**(un cation din grupa I analitică, un cation din grupa a II-a analitică, un anion din grupa I analitică și un anion din grupa a IV-a analitică)**

Aveți 4 probe necunoscute (4 eprubete cu soluții necunoscute, incolore), care conțin fiecare câte un ion: un cation din grupa I, un cation din grupa a II-a, un anion din grupa I și un anion din grupa a IV-a analitică.

Propuneți un algoritm de lucru (un set de reacții de efectuat experimental) pentru a determina ce ion se găsește în fiecare eprubetă. Propuneți și scrieți reacțiile de identificare necesare pentru a confirma identitatea fiecărui ion din fiecare eprubetă.

#### **Exercițiu rezolvat**

<b>Eprubeta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Ion</b>	<b>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup></b> (anion din gr. aIV-a)	<b>Cd<sup>2+</sup></b> (cation din gr.a II-a)	<b>I<sup>-</sup></b> (anion din gr. I)	<b>Ag<sup>+</sup></b> (cation din gr.I)

#### **Mod de rezolvare**

**1) Cum determinăm ce tip de ion se găsește în fiecare eprubetă (cation/ din ce grupă analitică sau anion/ din ce grupă analitică)?**

Pentru aceasta se vor efectua reacțiile cu reactivii de grupă pentru cationi (în ordinea crescătoare a numărului grupei): reacția cu reactivul grupei I de cationi (HCl diluat, la rece, în exces), apoi reacția cu reactivul grupei a II-a de cationi (H<sub>2</sub>S, la pH 0-0,5 asigurat de HCl, la cald), apoi se va testa prezența anionilor în eprubetele rămase nealocate (testarea anionilor se face prin reacțiile cu reactivii AgNO<sub>3</sub> și BaCl<sub>2</sub>, deoarece clasificarea anionilor în grupe analitice are la bază comportarea lor în reacțiile cu ionii Ag<sup>+</sup> și Ba<sup>2+</sup>).

Se notează într-un tabel observațiile experimentale pentru fiecare eprubetă. Pe măsură ce se identifică prezența unui ion dintr-o anumită grupă într-o anumită eprubetă (de exemplu,

se determină în urma reacției cu reactivul grupei I că în eprubeta 4 există cation din grupa I analitică), nu se mai fac încercări cu reactivii celorlalte grupe de cationi pentru acea eprubetă (pentru că vor da reacții pozitive care nu ne aduc informații suplimentare dar pot crea confuzie).

<b>Ionul</b>	<b>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup></b>	<b>Cd<sup>2+</sup></b>	<b>I<sup>-</sup></b>	<b>Ag<sup>+</sup></b>
<b>Eprubeta</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Reactivul folosit</b>	<b>Observații experimentale</b>			
HCl diluat, la rece, în exces	Suspensie coloidală galbenă	–	–	Precipitat alb (insolubil în acizi minerali)
H <sub>2</sub> S, la pH 0-0,5 asigurat de HCl, la cald	Suspensie coloidală galbenă	Precipitat galben	–	
AgNO <sub>3</sub>	Precipitat alb care în timp se brunifică		Precipitat slab galben, insolubil în HNO <sub>3</sub>	
BaCl <sub>2</sub>	Precipitat alb (solubil în acizi minerali diluați)		–	
<b>Concluzii inițiale</b>	<b>Anion grupa a IV-a</b>	<b>Cation grupa a II-a</b>	<b>Anion grupa I</b>	<b>Cation grupa I</b>

Așadar, conform tabelului de mai sus, în urma reacțiilor cu reactivii de grupă pentru cationi se observă următoarele:

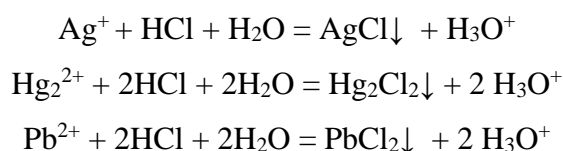
- cu HCl diluat se obține un precipitat alb în eprubeta 4- deci în eprubeta 4 este prezent un cation din grupa I analitică;
- cu H<sub>2</sub>S se obține un precipitat galben în eprubeta 2- deci în eprubeta 2 este prezent un cation din grupa a II-a analitică

În eprubetele 1 și 3 se verifică prezența anionilor cu reactivii AgNO<sub>3</sub> și BaCl<sub>2</sub> și se observă că în eprubeta 1, după tratarea cu AgNO<sub>3</sub> se obține un precipitat colorat și după tratarea cu BaCl<sub>2</sub> se obține un precipitat alb, deci este prezent un anion din grupa a IV-a analitică. În

eprubeta 3 există un anion care precipită cu  $\text{AgNO}_3$  și nu precipită cu  $\text{BaCl}_2$ , deci este un anion din grupa I analitică.

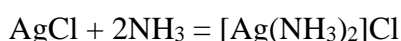
2) *Ce reacții caracteristice putem efectua pentru identificarea și confirmarea fiecărui ion?*

În **EPRUBETA 4**, am stabilit că există un cation din grupa I analitică; ionul poate fi așadar  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Hg}_2^{2+}$  sau  $\text{Pb}^{2+}$ , deci precipitatul alb obținut prin reacția cu  $\text{HCl}$  poate fi  $\text{AgCl}$ ,  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  sau  $\text{PbCl}_2$ , conform reacțiilor:

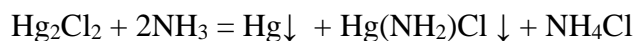


Pentru a distinge între acești trei ioni, *se tratează precipitatul alb de clorură greu solubilă cu  $\text{NH}_3$* , deoarece fiecare dintre cei trei cationi reacționează diferit, conform reacțiilor de mai jos:

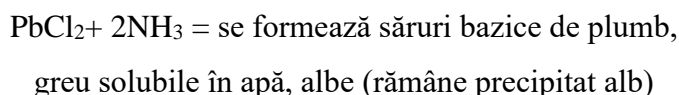
- $\text{Ag}^+$ : *precipitatul alb se dizolvă la adăugare de  $\text{NH}_3$  și se obține o soluție limpede și incoloră, care conține clorură de diamminoargint (I)*



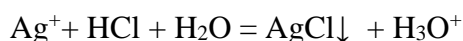
- $\text{Hg}_2^{2+}$ : *precipitatul alb se înnegrește*



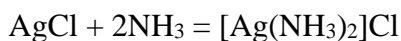
- $\text{Pb}^{2+}$ : *precipitatul alb rămâne nemodificat*



În eprubeta 4 la adăugare de exces de  $\text{NH}_3$ , precipitatul alb se dizolvă complet, deci în soluție este prezent ionul  $\text{Ag}^+$ :

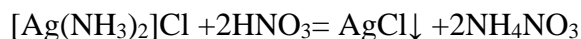


precipitat alb-cazeos

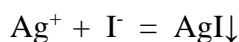


soluție incoloră

La acidulare cu  $\text{HNO}_3$  diluat, din complex reprecipită combinația mai greu solubilă,  $\text{AgCl}$ :



O altă reacție de confirmare pentru  $\text{Ag}^+$  este reacția cu ionul iodură ( $\text{I}^-$ ):

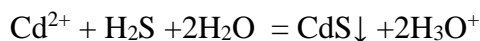


precipitat slab galben,  
insolubil în acizi minerali  
și insolubil în  $\text{NH}_3$

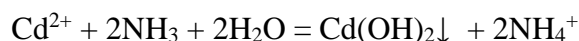
**Concluzie: În EPRUBETA 4 –este prezent cationul  $\text{Ag}^+$**

Pentru **EPRUBETA 2** am stabilit prin reacții cu reactivii de grupă că este prezent un cation din grupa a II-a analitică. Deoarece se formează un precipitat galben cu  $\text{H}_2\text{S}$ , se poate trage concluzia că ionul poate fi  $\text{Cd}^{2+}$  sau  $\text{As}^{\text{III}}/\text{As}^{\text{V}}$ . Pentru a stabili care dintre cei doi ioni este prezent, *se tratează soluția de probă din eprubeta 2 cu  $\text{NH}_3$ , pentru că ionul  $\text{Cd}^{2+}$  precipită în mediu bazic (precipitat alb solubil în exces de reactiv), însă ionii  $\text{As}^{\text{III}} / \text{As}^{\text{V}}$  nu precipită în mediu bazic (formează oxosăruri solubile).*

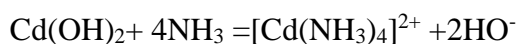
În eprubeta 2, la adăugare de  $\text{NH}_3$  se formează un precipitat alb ( $\text{Cd}(\text{OH})_2$ ), care se dizolvă complet în exces de reactiv ( $\text{NH}_3$ ); din soluția incoloră rezultată, la adăugare de  $\text{H}_2\text{S}$  reprecipită un precipitat galben ( $\text{CdS}$ ), deci în soluție este prezent ionul  $\text{Cd}^{2+}$ . Reacțiile care au loc sunt următoarele:



precipitat galben

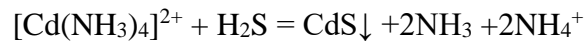


precipitat alb



soluție incoloră

Ammina complexă reprecipită  $\text{CdS}$  la tratare cu hidrogen sulfurat:



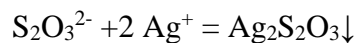
precipitat galben

**Concluzie: În EPRUBETA 2 – este prezent cationul  $\text{Cd}^{2+}$**

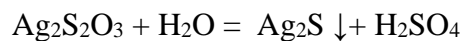
Pentru **EPRUBETA 1** am constatat prin reacții cu  $\text{AgNO}_3$  și  $\text{BaCl}_2$  că se obține un precipitat colorat în reacția cu  $\text{AgNO}_3$  și un precipitat alb în reacția cu  $\text{BaCl}_2$ , deci este prezent un anion din grupa a IV-a analitică.

Reacția cu  $\text{AgNO}_3$  din care rezultă un precipitat alb care se îngălbenește, se brunifică și se înnegrește este caracteristică ionului tiosulfat  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ . Ceilalți anioni din grupa aIV-a formează cu  $\text{AgNO}_3$  precipitate galbene ( $\text{HPO}_4^{2-}$  și  $\text{HAsO}_3^{2-}$ ) sau brun-ciocolatii ( $\text{HAsO}_4^{2-}$ ).

Reacția care are loc este reacția ionului  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  cu  $\text{Ag}^+$ , din care rezultă un precipitat alb puțin stabil care se îngălbenește, se brunifică și se înnegrește datorită formării precipitatului negru de  $\text{Ag}_2\text{S}$ :

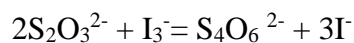


precipitat alb



precipitat negru

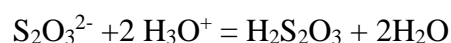
O reacție caracteristică pentru ionul tiosulfat este reacția de oxidare a tiosulfatului cu iodul cu formare de ion tetratationat (tiosulfatul decolorează soluția de iod):



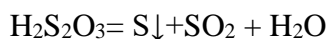
### ***Observații:***

La reacția cu reactivii de grupă pentru grupele I și a II-a de cationi ( $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  în mediu acid) se observă în eprubeta 1 formarea unui precipitat coloidal galben (o turbureală galbenă) care se datorează următoarelor reacții:

- în mediu acid are loc deplasarea acidului tiosulfuric (acid conjugat al ionului tiosulfat):



- acidul tiosulfuric deplasat este instabil și se descompune, cu formare de sulf coloidal:



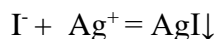
**Concluzie: În EPRUBETA 1 – este prezent anionul  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$**

**EPRUBETA 3;** Am constatat prin reacțiile cu  $\text{AgNO}_3$  și  $\text{BaCl}_2$  că se obține un precipitat slab galben în reacția cu  $\text{AgNO}_3$  și că nu precipită la tratare cu  $\text{BaCl}_2$ , deci este prezent un anion din grupa I analitică.

Din reacția cu  $\text{AgNO}_3$  rezultă un precipitat slab galben, insolubil în  $\text{HNO}_3$  diluat și insolubil în  $\text{NH}_3$  diluat și concentrat, ceea ce reprezintă indicii că anionul de grupa I este anionul iodură.  $\text{AgI}$  nu se dizolvă în  $\text{NH}_3$  (nici diluat, nici concentrat), pe când  $\text{AgCl}$  se dizolvă în  $\text{NH}_3$  diluat, iar  $\text{AgBr}$  se dizolvă în  $\text{NH}_3$  concentrat.

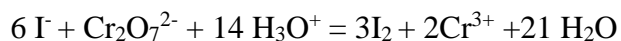
Pentru confirmare, se efectuează reacția de oxidare cu dicromat de potasiu în mediu acid, când se formează cu ușurință iod molecular de culoare brună, care se extrage în cloroform. Se observă colorarea stratului cloroformic în violet. (Anionul  $\text{Cl}^-$  nu reacționează în soluție cu anionul dicromat, iar anionul  $\text{Br}^-$  este oxidat mai greu, la încălzire.)

Reacțiile care au loc sunt următoarele:



precipitat slab galben,  
insolubil în acizi minerali  
și insolubil în  $\text{NH}_3$

respectiv,



**Concluzie: În EPRUBETA 3 – este prezent anionul  $\text{I}^-$**

Așadar am confirmat prin reacții de identificare și observații practice identitatea ionilor din cele 4 eprubete.

EPRUBETA	ION	OBSERVAȚII	REAȚII
1	$S_2O_3^{2-}$	- în reacția cu $AgNO_3$ se formează un precipitat alb care se îngălbenește, se brunifică și se înnegrește	$S_2O_3^{2-} + 2 Ag^+ = Ag_2S_2O_3 \downarrow$ $Ag_2S_2O_3 + H_2O = Ag_2S \downarrow + H_2SO_4$
		-în reacția cu iodul (soluție apoasă de iod în iodură de potasiu – $I_3^-$ ) se decolorează soluția brună de iod	$2S_2O_3^{2-} + I_3^- = S_4O_6^{2-} + 3I^-$
2	$Cd^{2+}$	-în reacția cu $H_2S$ , la pH 0-0,5 ( $HCl$ dil) și la încălzire se formează un precipitat galben	$Cd^{2+} + H_2S + 2H_2O = CdS \downarrow + 2H_3O^+$
		-în reacția cu amoniacul diluat se formează un precipitat de culoare albă, care se dizolvă în exces de $NH_3$ dil.; la tratarea cu $H_2S$ , la cald, se formează un precipitat galben	$Cd^{2+} + 2NH_3 + 2H_2O = Cd(OH)_2 \downarrow + 2NH_4^+$ $Cd(OH)_2 + 4NH_3 = [Cd(NH_3)_4]^{2+} + 2HO^-$ $[Cd(NH_3)_4]^{2+} + H_2S = CdS \downarrow + 2NH_3 + 2NH_4^+$
3	$I^-$	-în reacția cu $AgNO_3$ se formează un precipitat slab galben, insolubil în $HNO_3$ diluat și insolubil în $NH_3$ diluat și concentrat	$I^- + Ag^+ = AgI \downarrow$
		- în reacția cu $K_2Cr_2O_7$ în mediu de $H_2SO_4$ se formează un precipitat de culoare brună, care se extrage în cloroform. Stratul cloroformic se colorează în violet.	$6 I^- + Cr_2O_7^{2-} + 14 H_3O^+ = 3I_2 + 2Cr^{3+} + 21 H_2O$
4	$Ag^+$	-în reacția cu $HCl$ dil, la rece, în exces se formează un precipitat alb, cazeos, insolubil în exces de $HCl$ dil; precipitatul se dizolvă în $NH_3$ dil, iar la acidulare cu $HNO_3$ dil reprecipită	$Ag^+ + HCl + H_2O = AgCl \downarrow + H_3O^+$ $AgCl + 2NH_3 = [Ag(NH_3)_2]Cl$ $[Ag(NH_3)_2]Cl + 2HNO_3 = AgCl \downarrow + 2NH_4NO_3$
		-în reacția cu $KI$ se formează un precipitat slab galben, care nu se dizolvă în acizi minerali și nu se dizolvă în $NH_3$ conc.	$Ag^+ + I^- = AgI \downarrow$