

Precipitación selectiva

Considerando que la precipitación es un método de separación, se realiza el estudio para la separación de diferentes aniones precipitándolos con el ión plata.

Suponiendo ahora que se tiene 50 mL de una solución con cloruros, bromuros, yoduros y cromatos con concentración de 10^{-2} M cada uno, y se le va añade una solución de nitrato de plata, considerando los pKs de cada uno de los compuestos.

¿Cuál sería el orden de precipitación y porque?

Para saber cuando inicia la precipitación de cada uno de estos iones se tiene que calcular la concentración necesaria de plata que se requiere para tener la solución saturada de cada uno de ellos. Por ejemplo, como se tiene en la solución del problema una concentración de cloruros 0.01M.

La concentración de plata para el inicio de precipitación del cloruro de plata será:

$$K_s = 10^{-9.8} = [Ag^+][Cl^-] = [Ag^+][10^{-2}]$$

se despeja la concentración de plata

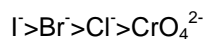
$$[Ag^+] = \frac{10^{-9.8}}{[10^{-2}]} = 10^{-7.8}$$

Esta es la concentración que se necesita tener en solución para que inicie la precipitación del cloruro de plata, en este momento, todo el cloruro está soluble.

Siguiendo con el mismo cálculo para los otros iones se tiene que la concentración de plata necesaria para la precipitación de cada uno de los iones es:

	I(I-)	Br(I-)	Cl(I-)	CrO ₄ (II-)
pKs de AgH (H= anión)	16	12	9.8	12
Concentración del anión (M)	0.01	0.01	0.01	0.01
[Ag] (M) necesaria para inicio de precipitación	1E-14	1E-10	1.5849E-08	0.00001

Analizando los resultados obtenidos se puede apreciar que para el ion yoduro se necesita menor cantidad de plata para que inicie su precipitación por lo tanto el orden de precipitación de los iones será:



Cuando se tiene una concentración en solución del ion plata igual a 10^{-14} M, sería el punto donde empezaría a precipitar el yoduro de plata y las concentraciones al equilibrio de todos los iones será 10^{-2} M, estas serían las concentraciones al equilibrio de todas las especies químicas en solución.

Cuando la concentración del ion plata es igual a 10^{-10} M, sería el punto donde empezaría a precipitar el bromuro de plata, pero en este punto ya ha precipitado yoduro de plata, para calcular las concentraciones al equilibrio se tendrá que las concentraciones del bromuro, cloruro y cromato son 10^{-2} M y se tiene que calcular cuanto quedó soluble de yoduro en la solución y cuanto se ha precipitado de yoduro de plata.

En este punto la concentración de yoduro será:

$$K_s = 10^{-16} = [Ag^+][I^-] = [10^{-10}][I^-]$$

se despeja la concentración de ion yoduro

$$[I^-] = \frac{10^{-16}}{[10^{-10}]} = 10^{-6} M$$

Para calcular cuanto ha precipitado de yoduro de plata y cuanto queda en solución, se calculan el número de mmoles que se tienen inicialmente de yoduro y las mmoles que quedan en la solución.

ion	concentración	volumen	mmoles	%
yoduro inicial	0.01 M	50 ml	0.5 mmoles	
yoduro final	0.000001 M	50 ml	0.00005 mmoles	0.01
yoduro ppdo			0.49995	99.99

Para saber la pureza del yoduro se tiene que

mmoles totales de precipitado	0.49995
mmoles de yoduro ppdo total	0.49995
% pureza	100

¿Cuánto ha precipitado de cada uno de los iones cuando inicia la precipitación del cloruro de plata?, y cuánto se tiene en solución de cada uno de los iones en el mismo punto.

Cuando va a empezar a precipitar el cloruro de plata se tiene una concentración de plata $10^{-7.8}$, de cloruro y cromato $10^{-2}M$ y las concentraciones de yoduro y de bromuro serán:

$$K_s = 10^{-16} = [Ag^+][I^-] = [10^{-7.8}][I^-]$$

se despeja la concentración de ion yoduro

$$[I^-] = \frac{10^{-16}}{[10^{-7.8}]} = 10^{-8.2} M$$

Ahora calculando para el bromuro de plata

$$K_s = 10^{-12} = [Ag^+][Br^-] = [10^{-7.8}][Br^-]$$

se despeja la concentración de ion bromuro

$$[Br^-] = \frac{10^{-12}}{[10^{-7.8}]} = 10^{-4.2} M$$

ion	concentración		volumen		mmoles		%
yoduro inicial	0.000001	M	50	ml	0.00005	mmoles	
yoduro final	6.30957E-09	M	50	ml	3.1548E-07	mmoles	0.63095734
yoduro ppdo					4.9685E-05	mmoles	99.3690427
bromuro inicia	0.01	M	50	ml	0.5	mmoles	
bromuro final	6.30957E-05	M	50	ml	0.00315479	mmoles	0.63095734
bromuro ppdo					0.49684521	mmoles	99.3690427

Para saber la pureza del yoduro y bromuro se tiene que

mmoles totales de precipitado 0.496894898

mmoles de yoduro ppdo total 4.96845E-05

mmoles de bromuro ppdo total 0.496845213

% pureza para bromuro 99.990001

%pureza para yoduro 0.009999

¿Cuánto ha precipitado de cada uno de los iones cuando inicia la precipitación del cromato de plata?, y cuánto se tiene en solución de cada uno de los iones en el mismo punto.

Cuando va a empezar a precipitar el cromato de plata se tiene una concentración de plata 10^{-5} , de cromato 10^{-2} M y las concentraciones de yoduro, bromuro y cloruro serán:

$$K_s = 10^{-16} = [\text{Ag}^+][\text{I}^-] = [10^{-5.0}][\text{I}^-]$$

se despeja la concentración de ion yoduro

$$[\text{I}^-] = \frac{10^{-16}}{[10^{-5.0}]} = 10^{-11} \text{ M}$$

Ahora calculando para el bromuro de plata

$$K_s = 10^{-12} = [\text{Ag}^+][\text{Br}^-] = [10^{-5}][\text{Br}^-]$$

se despeja la concentración de ion bromuro

$$[\text{Br}^-] = \frac{10^{-12}}{[10^{-5}]} = 10^{-7} \text{ M}$$

Ahora calculando para el cloruro de plata

$$K_s = 10^{-9.8} = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-] = [10^{-5}][\text{Cl}^-]$$

se despeja la concentración de ion cloruro

$$[\text{Cl}^-] = \frac{10^{-9.8}}{[10^{-5}]} = 10^{-4.8} \text{ M}$$

ion	concentración		volumen		mmoles		%
yoduro inicial	6.30957E-09	M	50	ml	3.1548E-07	mmoles	
yoduro final	1E-11	M	50	ml	5E-10	mmoles	0.15848932
yoduro ppdo					3.1498E-07	mmoles	99.8415107
bromuro inicial	6.30957E-05	M	50	ml	0.00315479	mmoles	
bromuro final	0.0000001	M	50	ml	0.000005	mmoles	0.15848932
bromuro ppdo					0.00314979	mmoles	99.8415107
cloruro inicial	0.01	M	50	ml	0.5	mmoles	
cloruro final	1.58489E-05	M	50	ml	0.00079245	mmoles	0.15848932
cloruro ppdo					0.49920755	mmoles	99.8415107

Para saber la pureza del yoduro, bromuro y cloruro se tiene que

mmoles totales de precipitado	0.502357655
mmoles de yoduro ppdo total	3.14979E-07
mmoles de bromuro ppdo total	0.003149787
mmoles de cloruro ppdo total	0.499207553
% pureza para bromuro	0.627000841
%pureza para yoduro	6.27001E-05
%pureza para cloruro	99.37293646

¿Cuánto ha precipitado de cada uno de los iones cuando termina la precipitación del cromato de plata?, y cuánto se tiene en solución de cada uno de los iones en el mismo punto.

Cuando termina de precipitar el cromato de plata se tiene una concentración de plata $10^{-3.9}$ M, y de cromato $10^{-4.2}$ y las concentraciones de yoduro, bromuro y cloruro serán:

$$K_s = 10^{-16} = [Ag^+][I^-] = [10^{-3.9}][I^-]$$

se despeja la concentración de ion yoduro

$$[I^-] = \frac{10^{-16}}{[10^{-3.9}]} = 10^{-12.1} M$$

Ahora calculando para el bromuro de plata

$$K_s = 10^{-12} = [Ag^+][Br^-] = [10^{-3.9}][Br^-]$$

se despeja la concentración de ion bromuro

$$[Br^-] = \frac{10^{-12}}{[10^{-3.9}]} = 10^{-8.1} M$$

Ahora calculando para el cloruro de plata

$$K_s = 10^{-9.8} = [Ag^+][Cl^-] = [10^{-3.9}][Cl^-]$$

se despeja la concentración de ion cloruro

$$[Cl^-] = \frac{10^{-9.8}}{[10^{-3.9}]} = 10^{-5.9} M$$

ion	concentración		volumen		mmoles		%
yoduro inicial	1E-11	M	50	ml	5E-10	mmoles	
yoduro final	7.94328E-13	M	50	ml	3.9716E-11	mmoles	7.94328235
yoduro ppdo					4.6028E-10	mmoles	92.0567177
bromuro inicial	0.0000001	M	50	ml	0.000005	mmoles	
bromuro final	7.94328E-09	M	50	ml	3.9716E-07	mmoles	7.94328235
bromuro ppdo					4.6028E-06	mmoles	92.0567177
cloruro inicial	1.58489E-05	M	50	ml	0.00079245	mmoles	
cloruro final	1.25893E-06	M	50	ml	6.2946E-05	mmoles	7.94328235
cloruro ppdo					0.0007295	mmoles	92.0567177
cromato inicial	0.01	M	50	ml	0.5	mmoles	
cromato final	6.30957E-05	M	50	ml	0.00315479	mmoles	0.63095734
cromato ppdo					0.49684521	mmoles	99.3690427

Para saber la pureza del yoduro, bromuro y cloruro se tiene que

mmoles totales de precipitado	0.497579317
mmoles de yoduro ppdo total	4.60284E-10
mmoles de bromuro ppdo total	4.60284E-06
mmoles de cloruro ppdo total	0.0007295
mmoles de cromato ppdo total	0.496845213
% pureza para bromuro	0.000925046
%pureza para yoduro	9.25046E-08
%pureza para cloruro	0.146609857
%pureza para cromato	99.852465