

CLASE 8. SOLUBILIDAD Y PRECIPITACIÓN BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO

1

DIAGRAMAS DE FASES CONDENSADAS (DFC)

Agente precipitante: Especie que tiene la capacidad de formar especies muy poco solubles con su contraion, se agrega al sistema para ocasionar la precipitación de una sustancia y de esta forma separarla por filtración .

En el sistema Zn(II) / S²⁻ /H₂O, al adicionar un agente precipitante como el S²⁻, tenemos la posibilidad de formación de dos precipitados en el sistema:

Sal	-log S		
	μ=0	μ=-0.1 (a menos que se indique)	
Cinc, Zn			
Zn(OH) ₂ : Amorfo	15,68	15,3	Zn ²⁺ + 2OH ⁻ ↔ Zn(OH) ₂ ↓ K _p = 10 ^{15.68}
Amorfo, envejecido	15,95	15,6	
Crist., envejecido	16,92		Zn ²⁺ + S ²⁻ ↔ ZnS↓ K _p = 10 ^{23.8}
Zn ₂ Fer(CN) ₆		15,4, var.	
ZnCO ₃	10,78	10,0	
Zn ₃ (PO ₄) ₂		32, var.	
Zn ₃ (AsO ₄) ₂		27,8	
ZnS: Esfalerita	23,8		
Wurzita	24,3		
Zn ₂ BO ₃	10,2	9,6	
Zn ₂ O ₃	8,89	8,1	
Zn (oxinato) ₂	24,3	23,7	

Para estudiar la solubilidad de estos sistemas, también deben tomarse en cuenta las fases condensadas (precipitados) que pueden aparecer. En este caso, pueden coexistir dos fases condensadas con la solución: Zn(OH)₂↓ y ZnS↓.

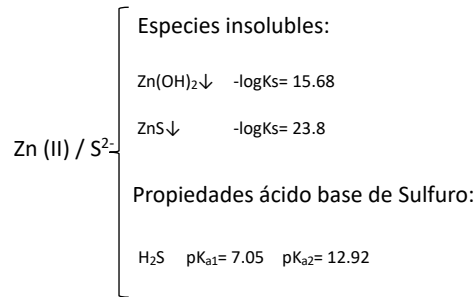
2

DIAGRAMAS DE FASES CONDENSADAS (DFC)

Es posible hacer una representación gráfica de los equilibrios de interconversión de fases condensadas que pueden coexistir con la solución del sistema, siguiendo una metodología análoga a la de los Diagramas de zonas de predominio. A esta representación se le conoce como Diagrama de Fases Condensadas (DFC) del sistema. (Rojas Hernández, 1993)

Para construir el DFC, debemos considerar todas las fases condensadas (precipitados) posibles de coexistir con la solución, así como las propiedades ácido-base de la partícula.

EQUILIBRIO GENERALIZADO DE INTERCONVERSIÓN DE FASES:



3

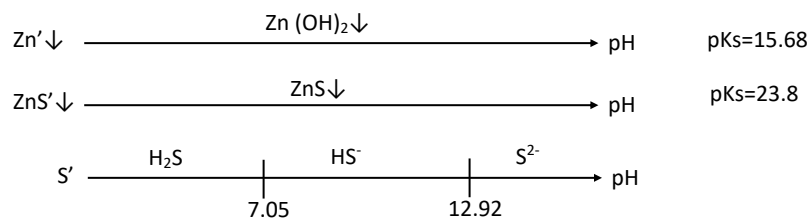
EQUILIBRIO GENERALIZADO DE INTERCONVERSIÓN DE FASES:



$$K'_{\text{eq}} = \frac{1}{[\text{S}']} \quad [\text{S}'] = \frac{1}{K'_{\text{eq}}}$$

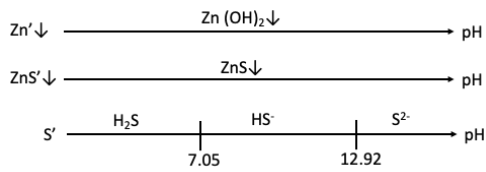
Aplicando $-\log$:

$$\text{pS}' = \log K'_{\text{eq}}$$

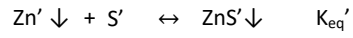


4

DIAGRAMA DE FASES CONDENSADAS (DFC)



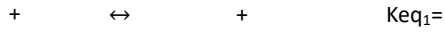
EQUILIBRIO GENERALIZADO DE INTERCONVERSIÓN DE FASES:



$$\text{pS}' = \log K'_{\text{eq}}$$

Equilibrios representativos:

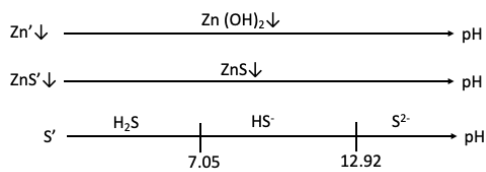
Si $\text{pH} \leq$



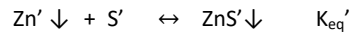
$$\text{pS}' = \log K'_{\text{eq}} = \begin{cases} 0, \\ 7.05, \end{cases}$$

5

DIAGRAMA DE FASES CONDENSADAS (DFC)



EQUILIBRIO GENERALIZADO DE INTERCONVERSIÓN DE FASES:



$$\text{pS}' = \log K'_{\text{eq}}$$

Equilibrios representativos:

Si $7.05 \leq \text{pH} \leq$



$$\text{pS}' = \log K'_{\text{eq}} = \begin{cases} 7.05, \\ 12.92, \end{cases}$$

Si $\text{pH} \geq$



$$\text{pS}' = \log K'_{\text{eq}} = \begin{cases} 12.92, \\ 14.0, \end{cases}$$

6

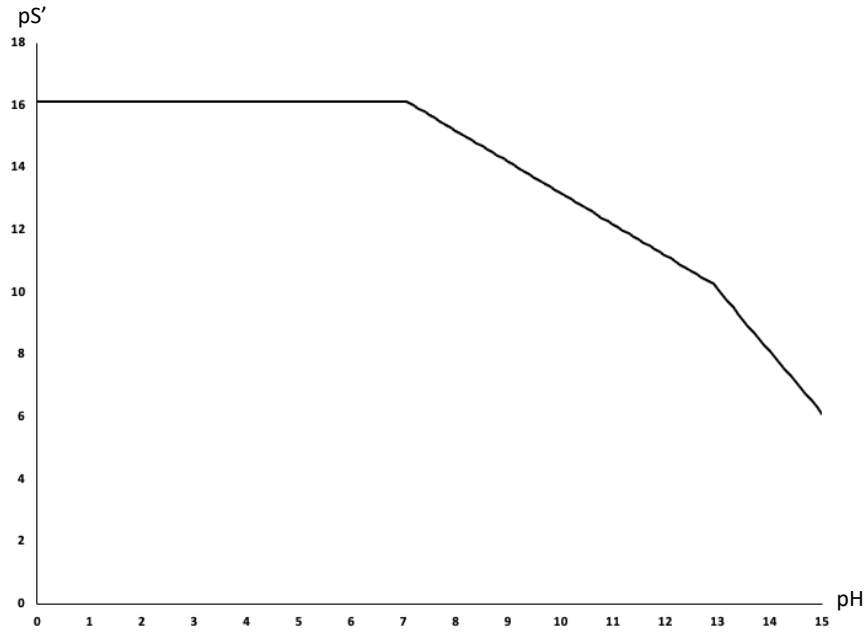


Diagrama de Fases Condensadas, para el sistema $Zn(II) / S^{2-} / H_2O$, $pS' = f(pH)$ 7

Diagrama de Zonas de Predomino para las especies de $Zn(II)$, $pS' = f(pH)$

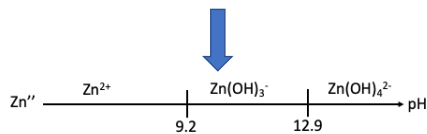
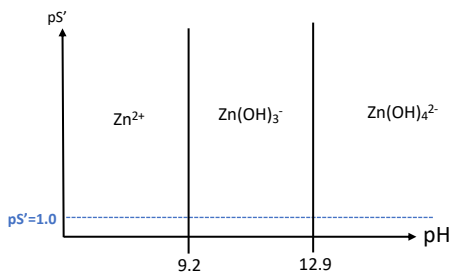


Diagrama de Fases Condensadas para las especies de $Zn(II)$, $pS' = f(pH)$

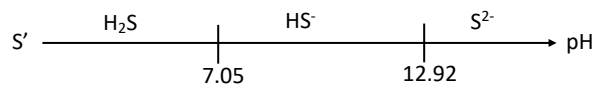
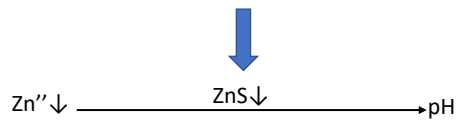
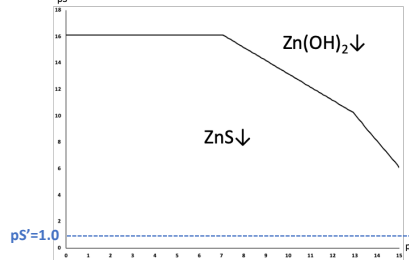
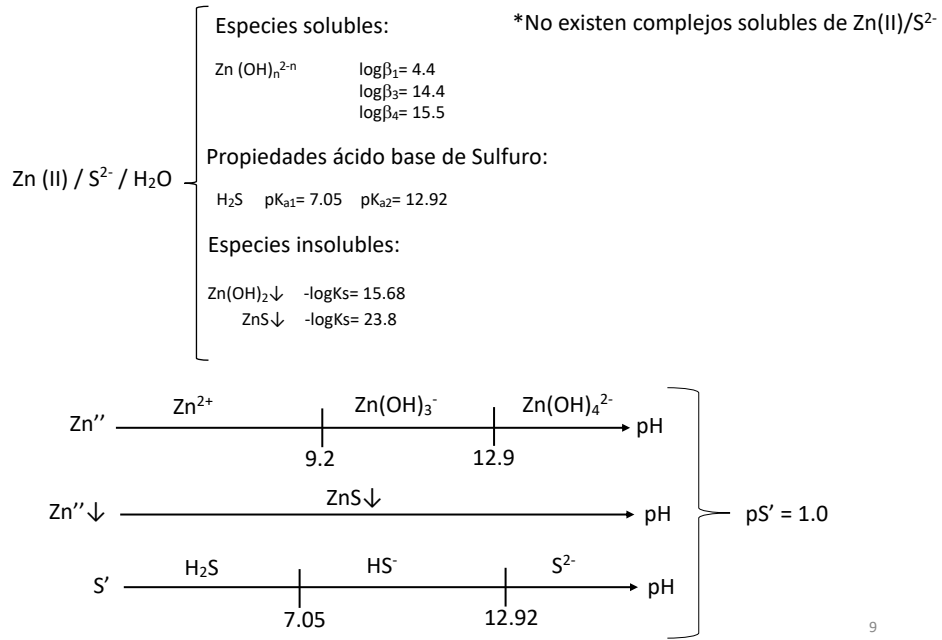
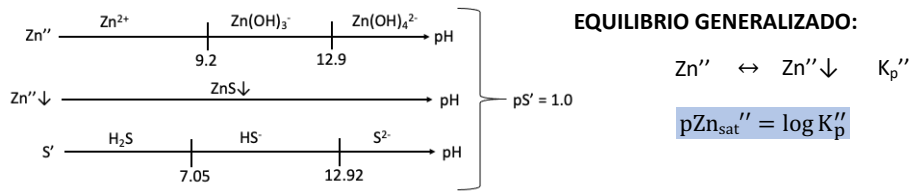


DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO



9

DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO

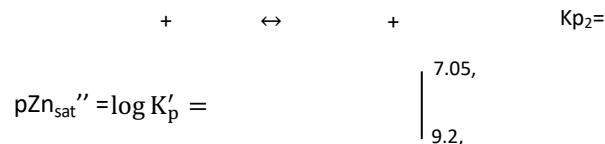


Equilibrios representativos:

Si $pH \leq$

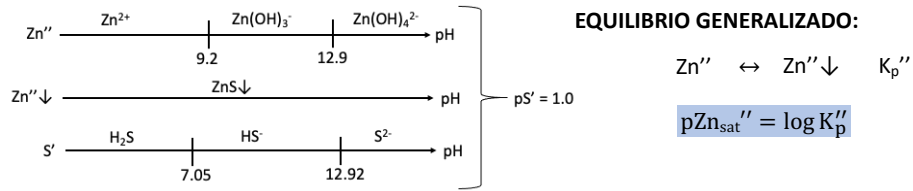


Si $7.05 \leq pH \leq$



10

DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO



Equilibrios representativos:

Si $\leq \text{pH} \leq$

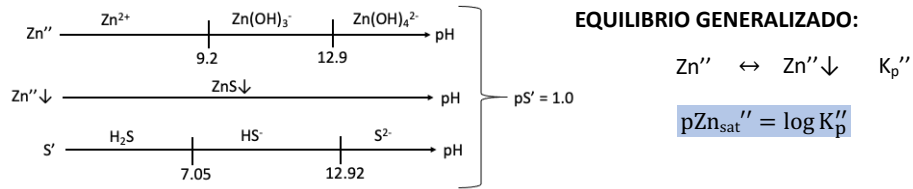


Si $\leq \text{pH} \leq$



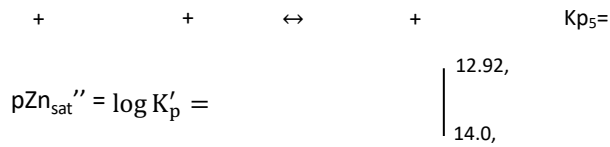
11

DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO



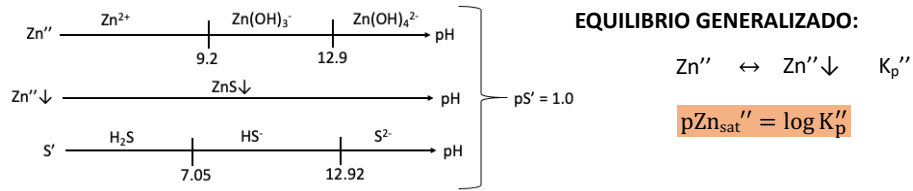
Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \geq$



12

DIAGRAMAS DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO



Intervalo de pH	Equilibrio representativo	pZn''_{sat}
$pH \leq 7.05$		
$7.05 \leq pH \leq 9.2$		
$9.2 \leq pH \leq 12.9$		
$12.9 \leq pH \leq 12.92$		
$pH \geq 12.9$	+	

13

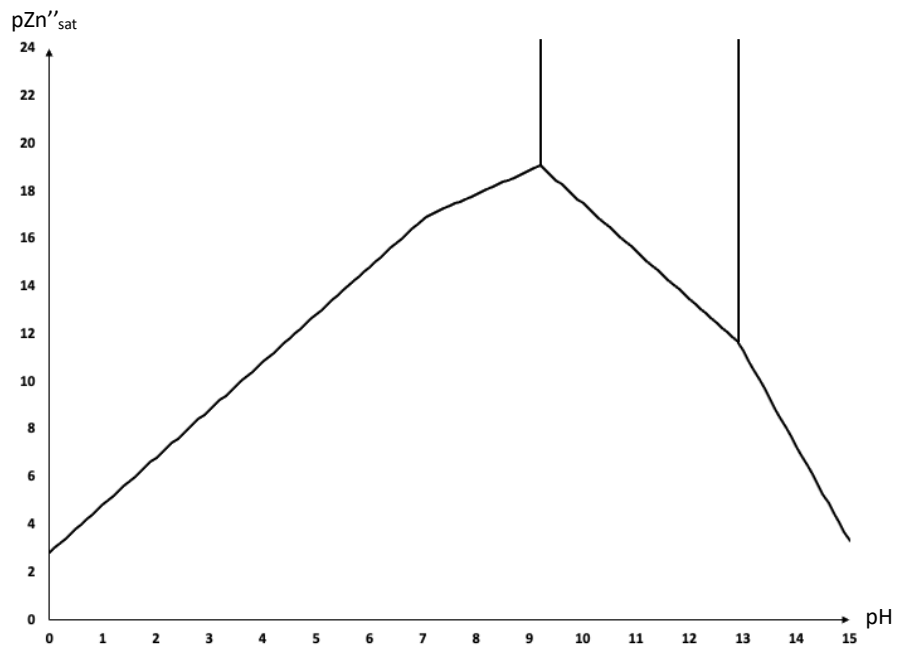


Diagrama de Existencia Predominio para el sistema Zn (II)/S²⁻/H₂O a un pS' = 1.0, $pZn''_{sat} = f(pH)$

14

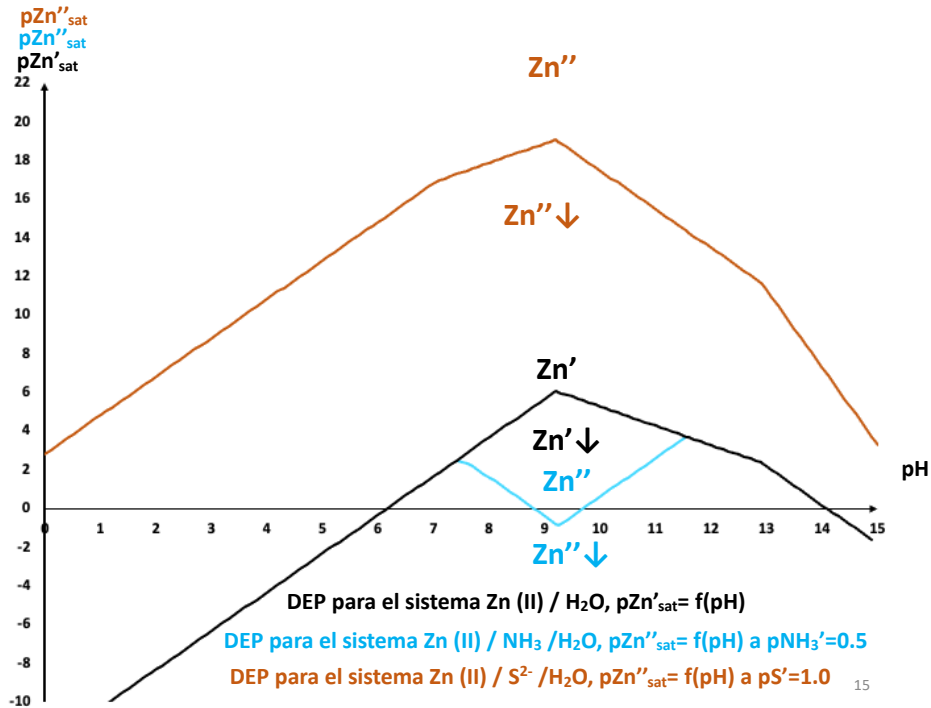
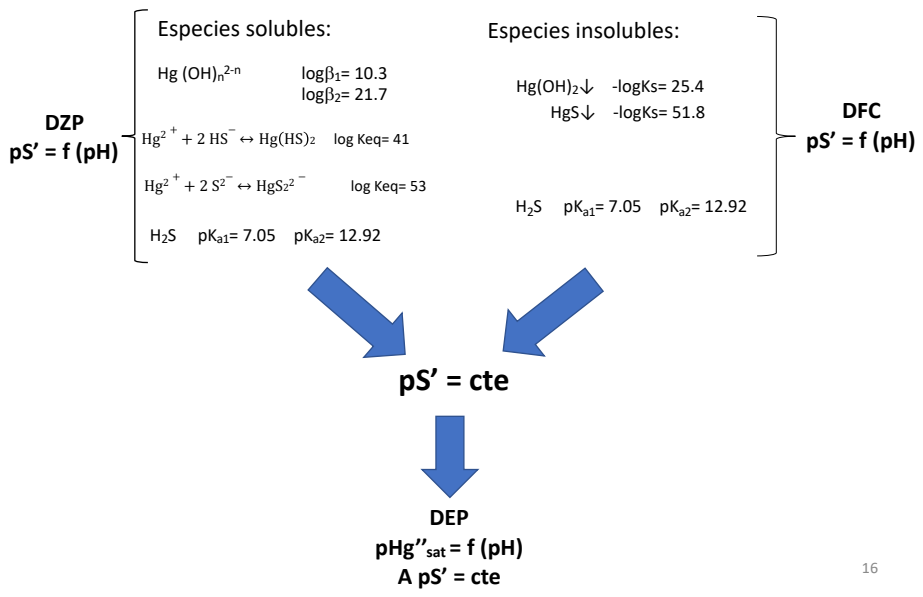
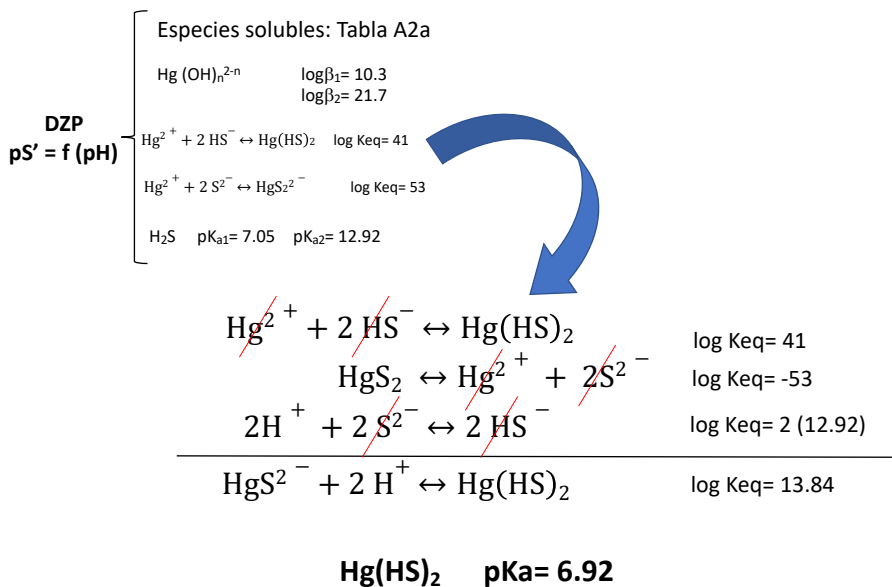


DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O

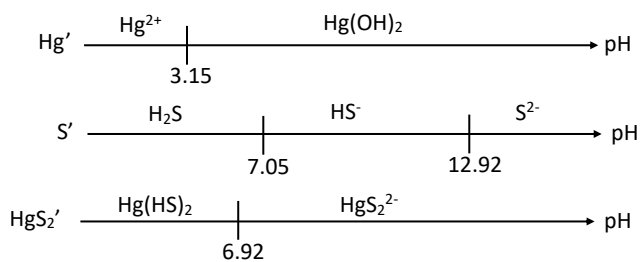


**DIAGRAMAS ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O**



17

**DIAGRAMAS DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O**



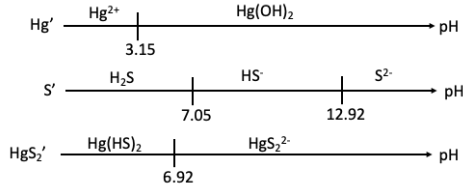
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



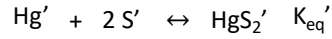
pS' =

18

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$pS' = \frac{1}{2} \log K'_{\text{eq}}$$

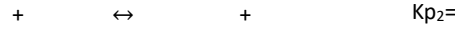
Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \leq$



$$pS' = \frac{\log K'_{\text{eq}}}{2} = \begin{array}{|l} 0.0, \\ 3.15, \end{array}$$

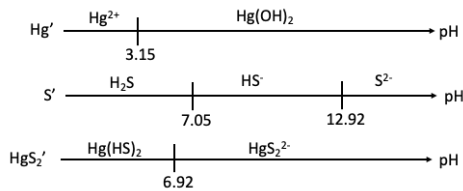
Si $3.15 \leq \text{pH} \leq$



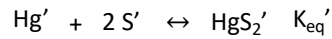
$$pS' = \frac{\log K'_{\text{eq}}}{2} = \begin{array}{|l} 3.15, \\ 6.92, \end{array}$$

19

**DIAGRAMAS DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O**



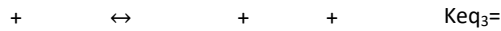
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$pS' = \frac{1}{2} \log K'_{\text{eq}}$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \leq$



$$pS' = \frac{\log K'_{\text{eq}}}{2} = \begin{array}{|l} 6.92, \\ 7.05, \end{array}$$

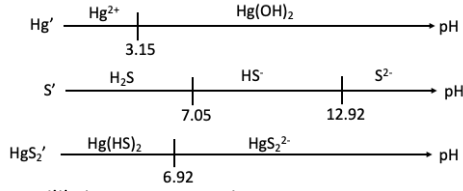
Si $7.05 \leq \text{pH} \leq$



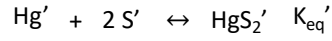
$$pS' = \frac{\log K'_{\text{eq}}}{2} = \begin{array}{|l} 7.05, \\ 12.92, \end{array}$$

20

**DIAGRAMAS DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$pS' = \frac{1}{2} \log K'_{\text{eq}}$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \geq$



$$pS' = \frac{\log K'_{\text{eq}}}{2} =$$

12.92,
14.0,

21

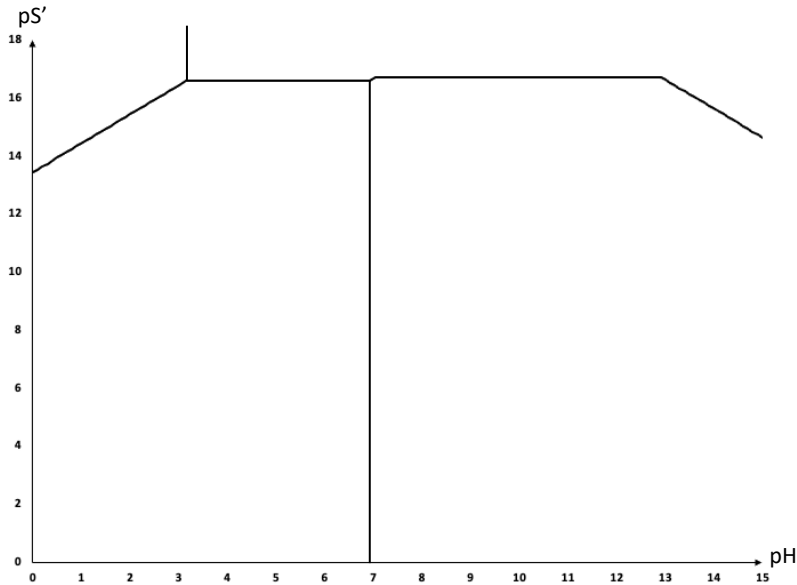
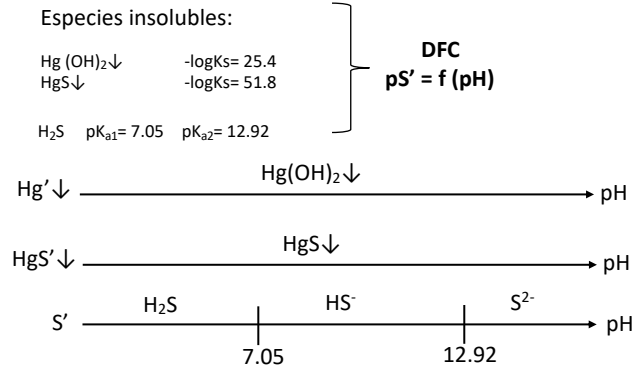


Diagrama de Zonas de Predominio para las especies de Hg(II), $pS' = f(\text{pH})$

22

**DIAGRAMAS DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O**

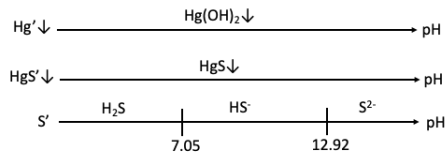


EQUILIBRIO GENERALIZADO:

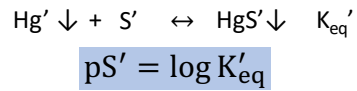


23

**DIAGRAMAS DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O**

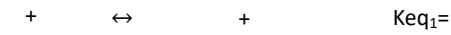


EQUILIBRIO GENERALIZADO:



Equilibrios representativos:

Si pH ≤



$$pS' = \log K_{eq}' = \begin{cases} 0.0, \\ 7.05, \end{cases}$$

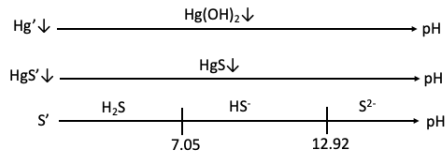
Si ≤ pH ≤



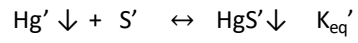
$$pS' = \log K_{eq}' = \begin{cases} 7.05, \\ 12.92, \end{cases}$$

24

**DIAGRAMAS DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$pS' = \log K'_{\text{eq}}$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \geq$



$$pS' = \log K'_{\text{eq}} =$$

12.92,
14.0,

25

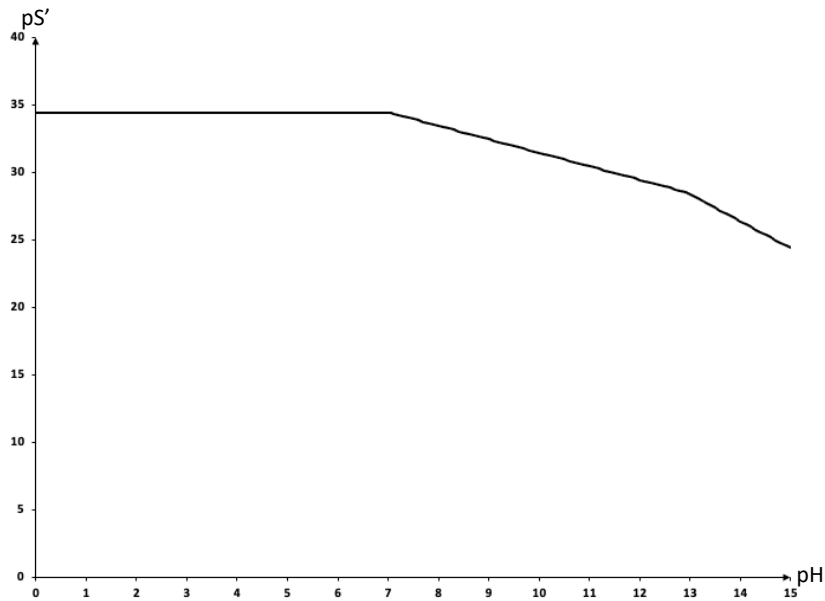


Diagrama de Fases Condensadas para las especies de Hg(II), $pS' = f(\text{pH})$

26

Diagrama de Zonas de Predominio para las especies de Hg(II), $pS' = f(\text{pH})$

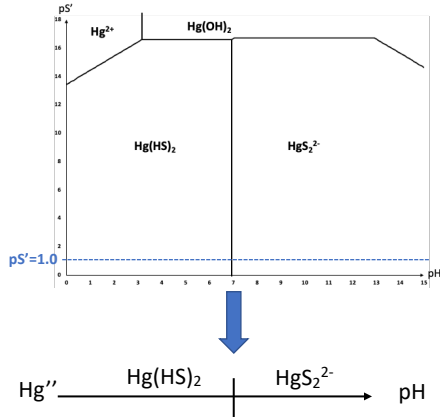
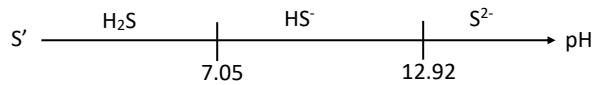
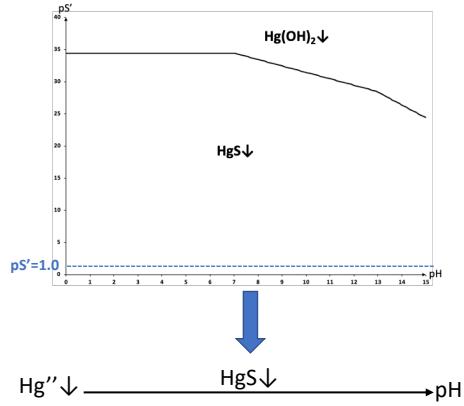
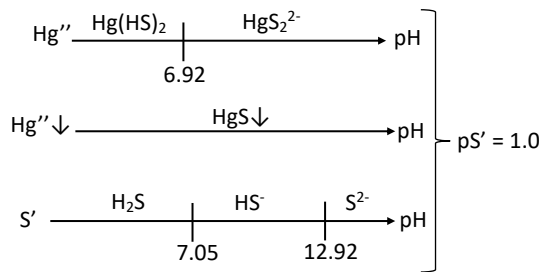


Diagrama de Fases Condensadas para las especies de Hg(II), $pS' = f(\text{pH})$



27

DIAGRAMAS DE EXISTENCIA PREDOMINIO PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O, a un pS' = 1.0



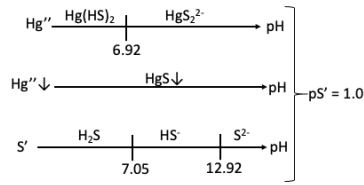
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



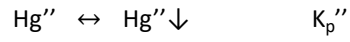
$\text{pHg''}_{\text{sat}} = \log K_p''$

28

**DIAGRAMAS DE EXISTENCIA PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O, a un pS' = 1.0**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$\text{pHg}_{\text{gsat}}'' = \log K_p''$$

Equilibrios representativos:

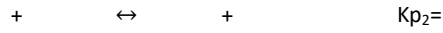
Si $\text{pH} \leq$



$$\text{pHg}_{\text{gsat}}'' = \log K_p'' =$$

0.0,
6.92,

Si $6.92 \leq \text{pH} \leq$

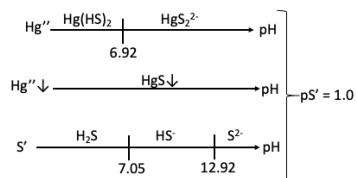


$$\text{pHg}_{\text{gsat}}'' = \log K_p'' =$$

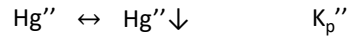
6.92,
7.05,

29

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O, a un pS' = 1.0**



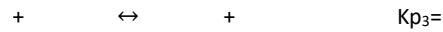
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$\text{pHg}_{\text{gsat}}'' = \log K_p''$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \leq 6.92$



$$\text{pHg}_{\text{gsat}}'' = \log K_p'' =$$

7.05,
12.92,

Si $\text{pH} \geq 12.92$

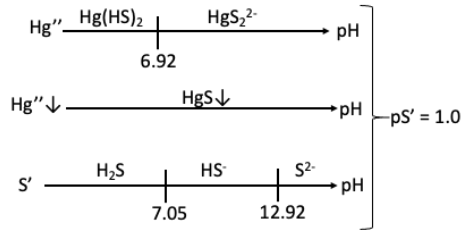


$$\text{pHg}_{\text{gsat}}'' = \log K_p'' =$$

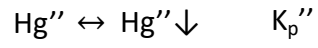
12.92,
14.0,

30

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Hg(II) / S²⁻ / H₂O, a un pS' = 1.0**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$\text{pHg}_{\text{sat}}'' = \log K_p''$$

Intervalo de pH	Equilibrio representativo	$\text{pHg}_{\text{sat}}''$
$\text{pH} \leq 6.92$		
$6.92 \leq \text{pH} \leq 7.05$		
$7.05 \leq \text{pH} \leq 12.92$		
$\text{pH} \geq 12.92$		

31

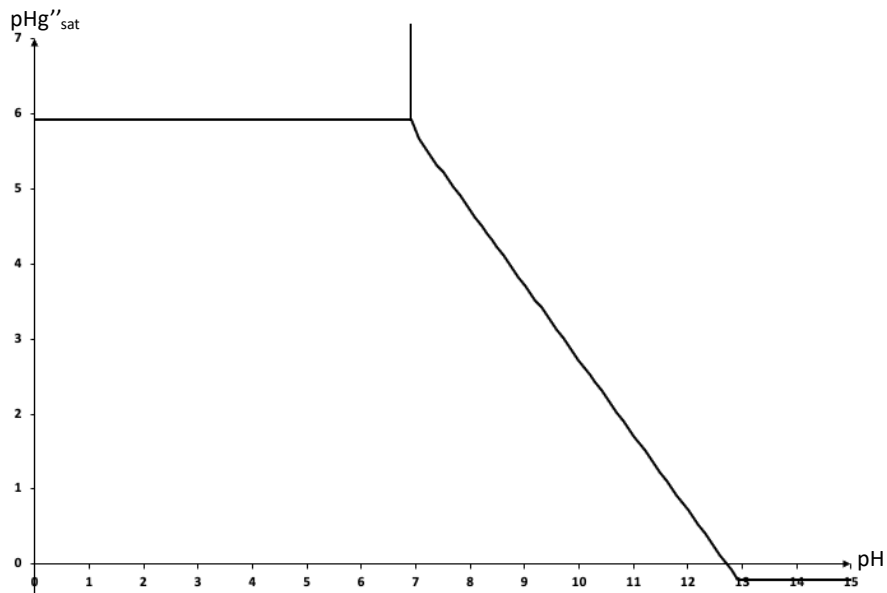
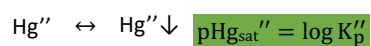
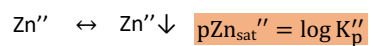


Diagrama de Existencia Predominio para las especies de Hg(II), $\text{pHg}_{\text{sat}}'' = f(\text{pH})$ a $\text{pS}'=1.0$

32

SEPARACIÓN DE CATIONES BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO

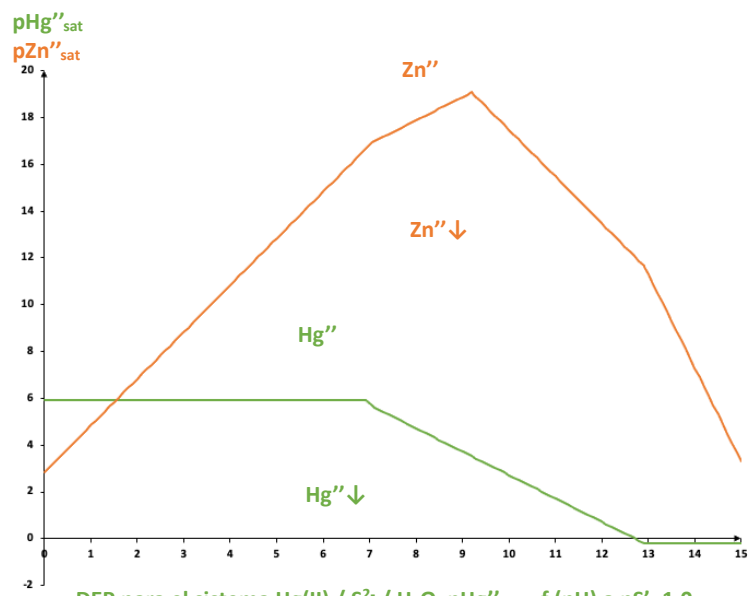


Intervalo de pH	pZn'' _{sat}
pH ≤ 7.05	
7.05 ≤ pH ≤ 9.2	
9.2 ≤ pH ≤ 12.9	
12.9 ≤ pH ≤ 12.92	
pH ≥ 12.9	

Intervalo de pH	pHg'' _{sat}
pH ≤ 6.92	
6.92 ≤ pH ≤ 7.05	
7.05 ≤ pH ≤ 12.92	
pH ≥ 12.92	

33

SEPARACIÓN DE CATIONES BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO



DEP para el sistema $\text{Hg(II)} / \text{S}^{2-} / \text{H}_2\text{O}$, $\text{pHg}''_{\text{sat}} = f(\text{pH})$ a $\text{pS}'=1.0$

DEP para el sistema $\text{Zn(II)} / \text{S}^{2-} / \text{H}_2\text{O}$, $\text{pZn}''_{\text{sat}} = f(\text{pH})$ a $\text{pS}'=1.0$

34

EJERCICIO:

Se tienen una mezcla de Hg(II) 0.0001 M y Zn(II) 0.01M, a un pS' impuesto de 1.0. Se desea separarlos con un % de Selectividad del 99.9%. Encontrar el (los) intervalo(s) de pH de separación.

RESOLUCIÓN:

1. Elegir catión que permanecerá en la solución y catión que precipita. (Observando los DEP).

Permanece soluble _____ y precipita _____

2. Para el catión que permanece en solución:

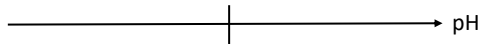
$$pHg''_i \geq pHg''_{sat} \quad [Hg'']_i = 0.0001 \text{ M} \rightarrow pHg''_i = 4.0$$

3. Cortar el DEP en $pHg'_i = 4.0$

$$4.0 \geq$$

$$4.0 \geq$$

$$pH \geq$$



35

4. Para el catión que precipita, aplicar la ecuación:

$$pZn''_i + \Delta \leq pZn''_{sat} \quad [Zn'']_i = 0.01 \text{ M} \rightarrow pZn''_i = 2.0$$

$$2.0 + 3.0 \leq pZn''_{sat} \quad \text{Si \% Selectividad es 99.9\%} \rightarrow \Delta = 3.0$$

$$5.0 \leq pZn''_{sat}$$

5. Cortar el DEP en $pZn''_i + \Delta = 5.0$

$$5.0 \leq$$

$$5.0 \leq$$

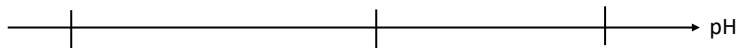
$$\leq$$

$$\leq pH$$

$$5.0 \leq$$

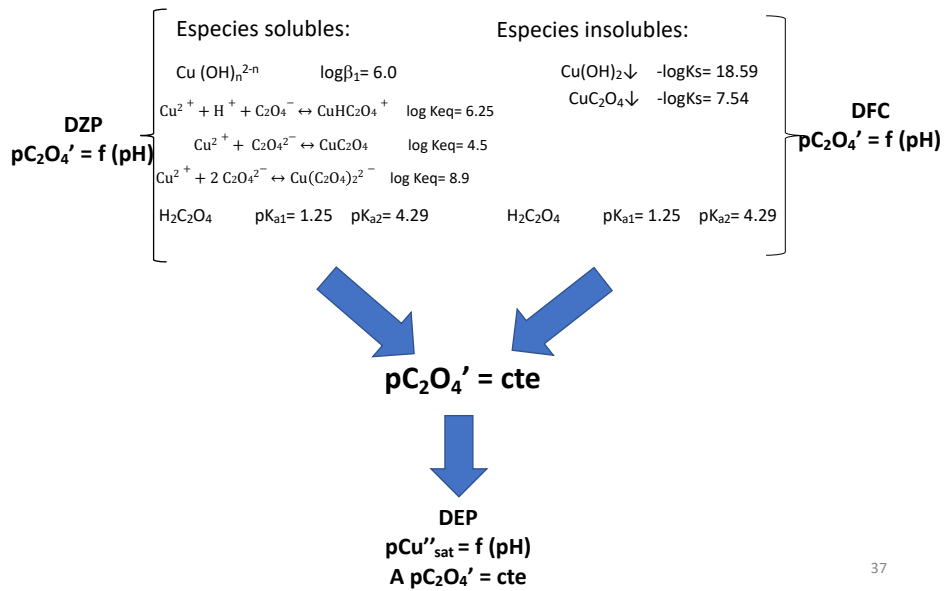
$$5.0 \leq$$

$$pH \leq$$



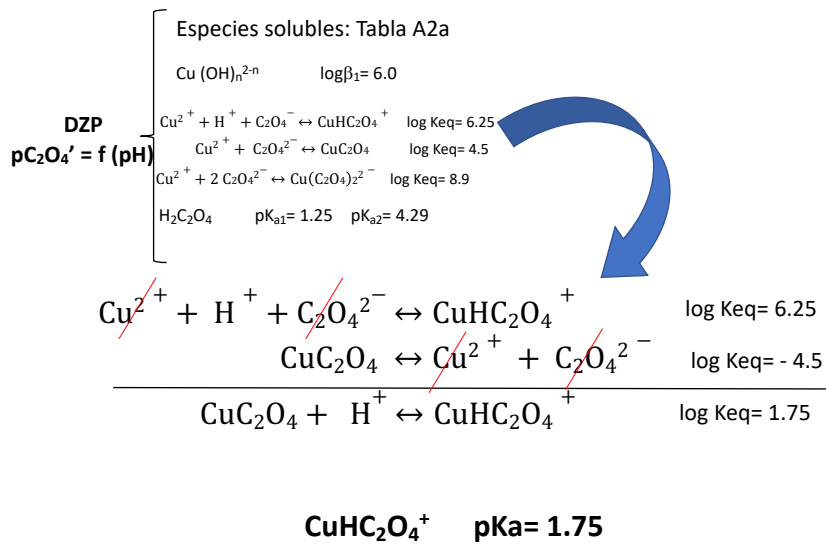
36

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



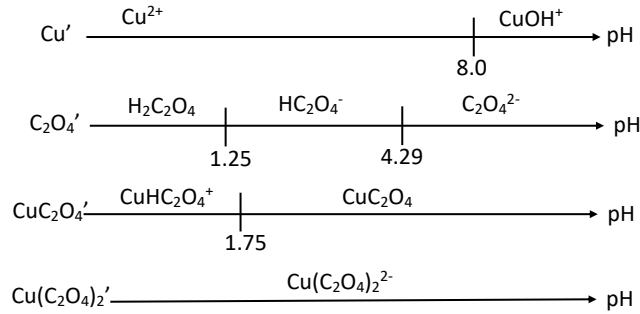
37

**DIAGRAMAS ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



38

**DIAGRAMAS ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



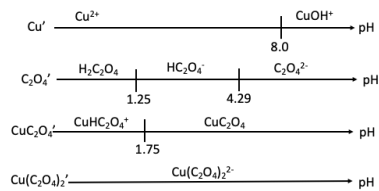
1^{ER} EQUILIBRIO GENERALIZADO:



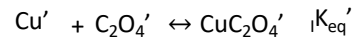
$$pC_2O_4' = \log_1 K_{eq}'$$

39

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



1^{ER} EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$pC_2O_4' = \log_1 K_{eq}'$$

Equilibrios representativos:

Si $pH \leq$



$$pC_2O_4' = \log_1 K_{eq}' = \begin{cases} 0.0, \\ 1.25, \end{cases}$$

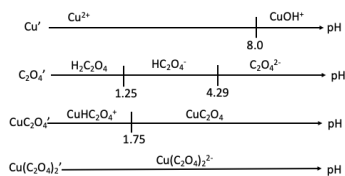
Si $1.25 \leq pH \leq$



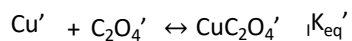
$$pC_2O_4' = \log_1 K_{eq}' = \begin{cases} 1.25, \\ 1.75, \end{cases}$$

40

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



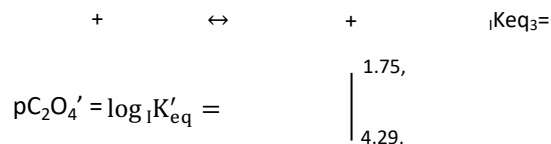
1^{ER} EQUILIBRIO GENERALIZADO:



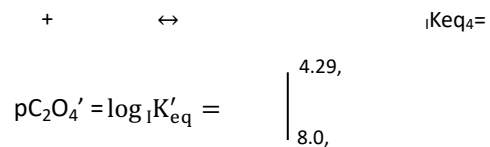
$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log_1 K_{\text{eq}}'$$

Equilibrios representativos:

Si $\leq \text{pH} \leq$

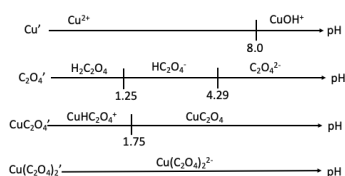


Si $\leq \text{pH} \leq$



41

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



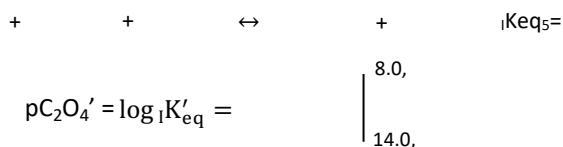
1^{ER} EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log_1 K_{\text{eq}}'$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \geq$

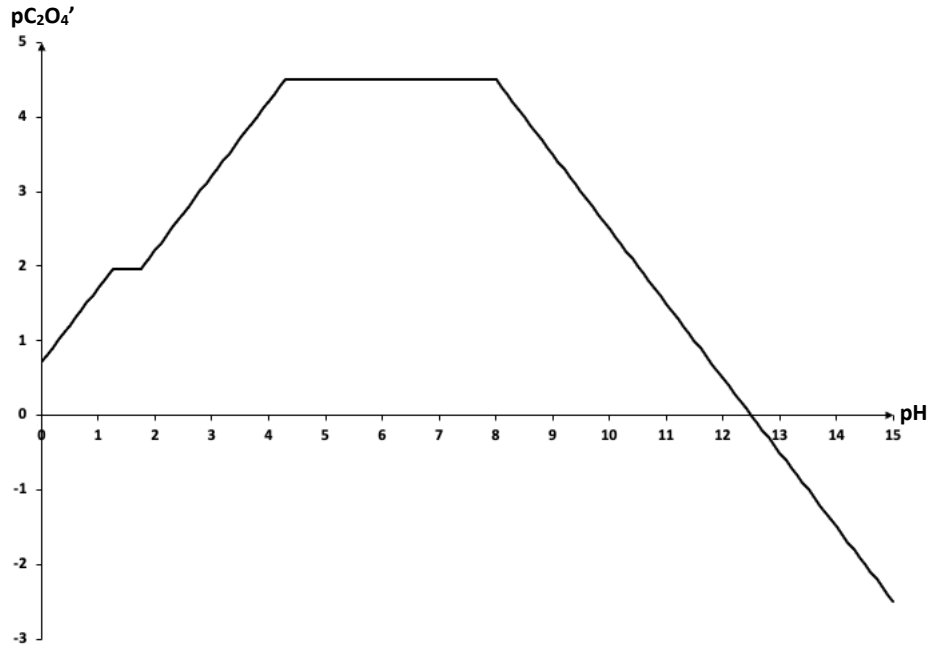


2^{DO} EQUILIBRIO GENERALIZADO:



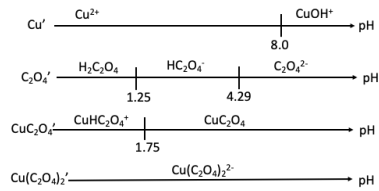
$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log_{\text{II}} K_{\text{eq}}''$$

42



43

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**

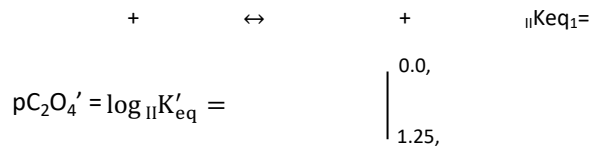


2^{DO} EQUILIBRIO GENERALIZADO:
 $CuC_2O_4' + C_2O_4' \leftrightarrow Cu(C_2O_4)_2' \quad \parallel K'_{eq}$

$pC_2O_4' = \log_{11} K'_{eq}$

Equilibrios representativos:

Si $pH \leq$

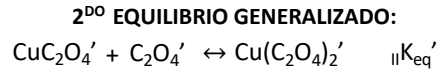
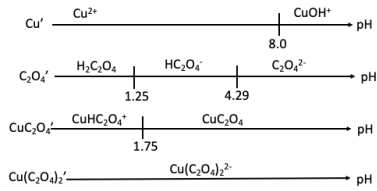


Si $1.25 \leq pH \leq$



44

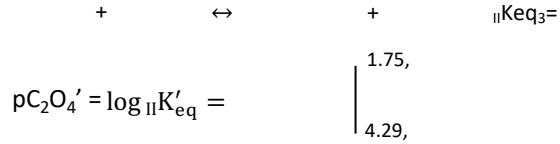
**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



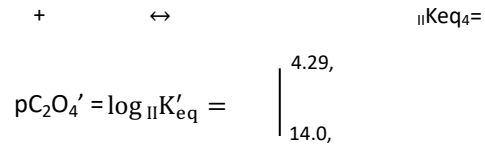
$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log \parallel K_{\text{eq}}'$$

Equilibrios representativos:

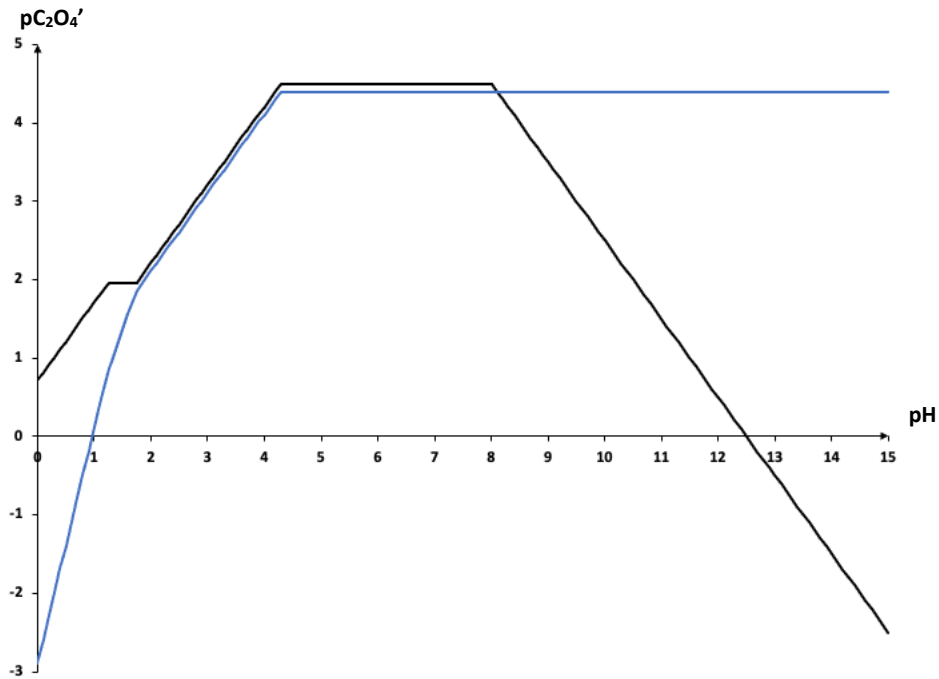
Si $\leq \text{pH} \leq$



Si $\text{pH} \geq$

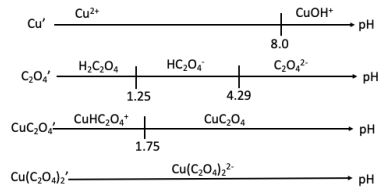


45

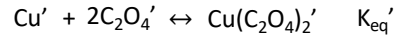


46

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



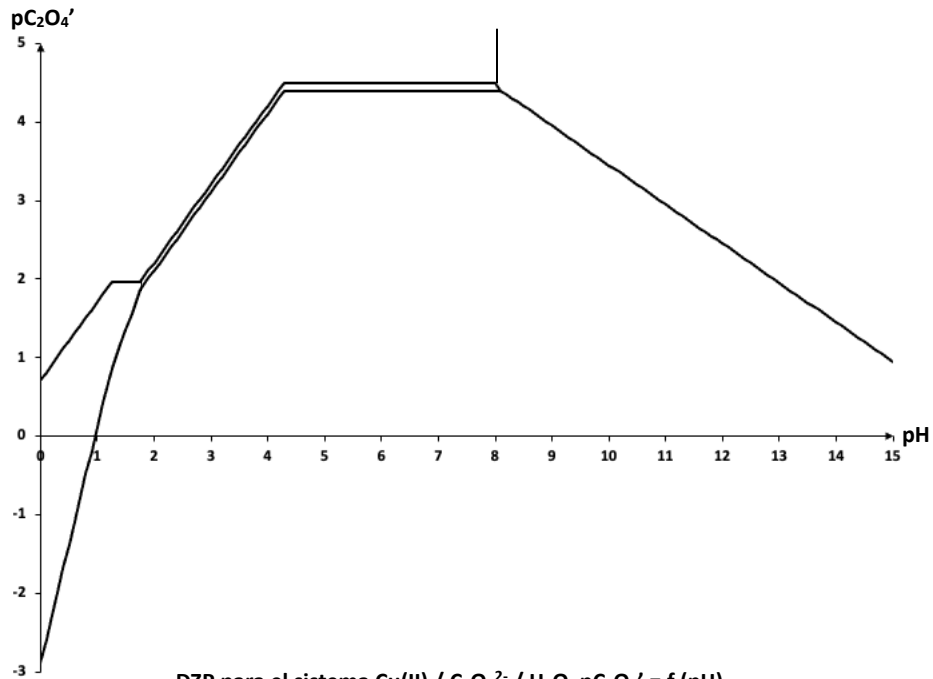
$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \frac{1}{2} \log K_{\text{eq}}'$$

Equilibrios representativos:

Si pH ≥



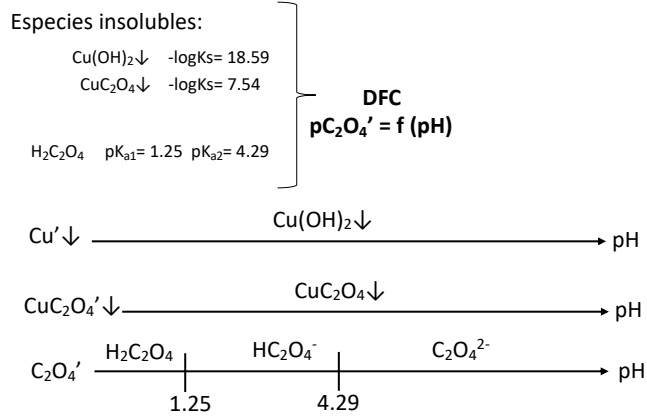
47



DZP para el sistema Cu(II) / C₂O₄²⁻ / H₂O, pC₂O₄' = f (pH)

48

**DIAGRAMA DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



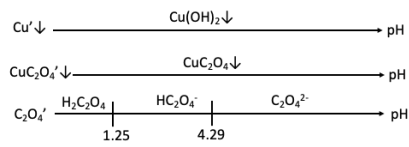
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



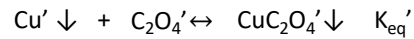
$$pC_2O_4' = \log K'_{eq}$$

49

**DIAGRAMA DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Cu(II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$pC_2O_4' = \log K'_{eq}$$

Equilibrios representativos:

Si pH ≤



$$pC_2O_4' = \log K'_{eq} = \begin{cases} 0.0, \\ 1.25, \end{cases}$$

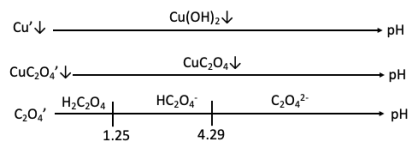
Si ≤ pH ≤



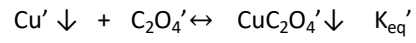
$$pC_2O_4' = \log K'_{eq} = \begin{cases} 1.25, \\ 4.29, \end{cases}$$

50

**DIAGRAMA DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Cu(II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$\text{pC}_2\text{O}_4' = \log K_{\text{eq}}'$$

Equilibrios representativos:

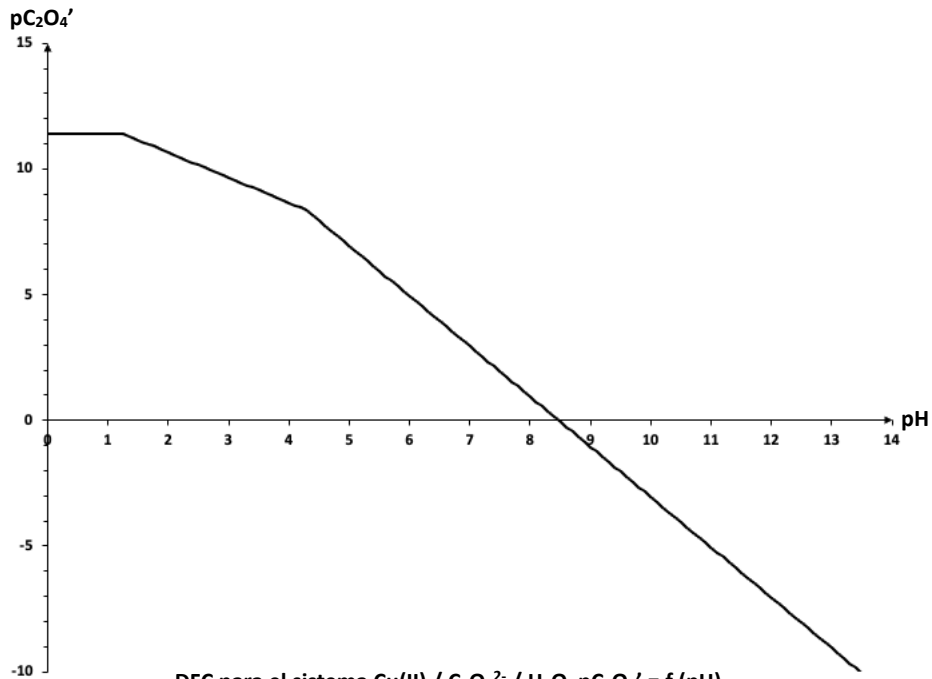
Si $\text{pH} \geq$



$$\text{pC}_2\text{O}_4' = \log K_{\text{eq}}' =$$

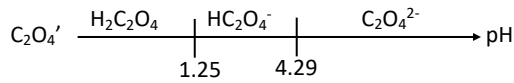
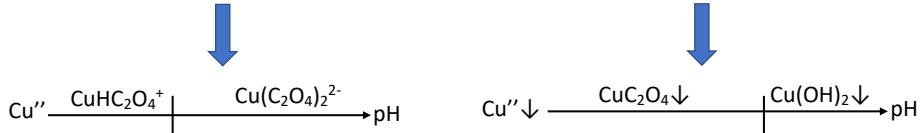
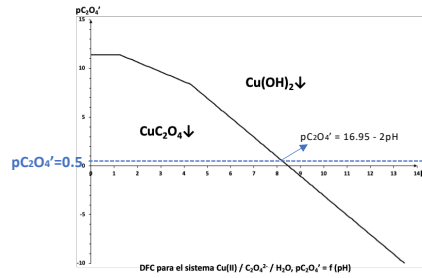
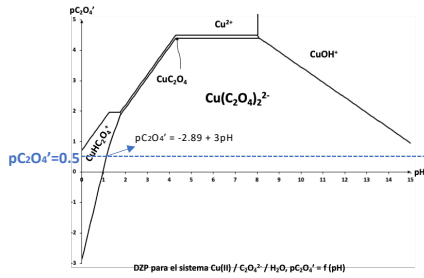
4.29,
14.0,

51



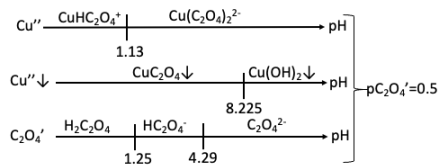
52

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O a pC₂O₄' = 0.5**

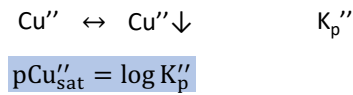


53

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \leq$



$\text{pCu}''_{\text{sat}} = \log K_p'' =$

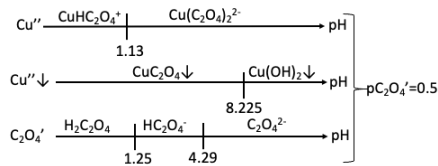
Si $\leq \text{pH} \leq$



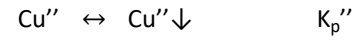
$\text{pCu}''_{\text{sat}} = \log K_p'' =$

54

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$p\text{Cu}''_{\text{sat}} = \log K_p''$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \leq 1.13$



$$p\text{Cu}''_{\text{sat}} = \log K_p'' =$$

1.13,
4.29,

Si $1.13 < \text{pH} \leq 4.29$

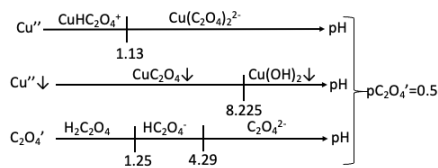


$$p\text{Cu}''_{\text{sat}} = \log K_p'' =$$

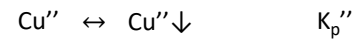
4.29,
8.225,

55

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$p\text{Cu}''_{\text{sat}} = \log K_p''$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \geq 4.29$

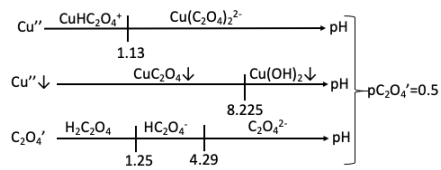


$$p\text{Cu}''_{\text{sat}} = \log K_p'' =$$

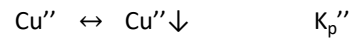
8.225,
14.0,

56

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Cu (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



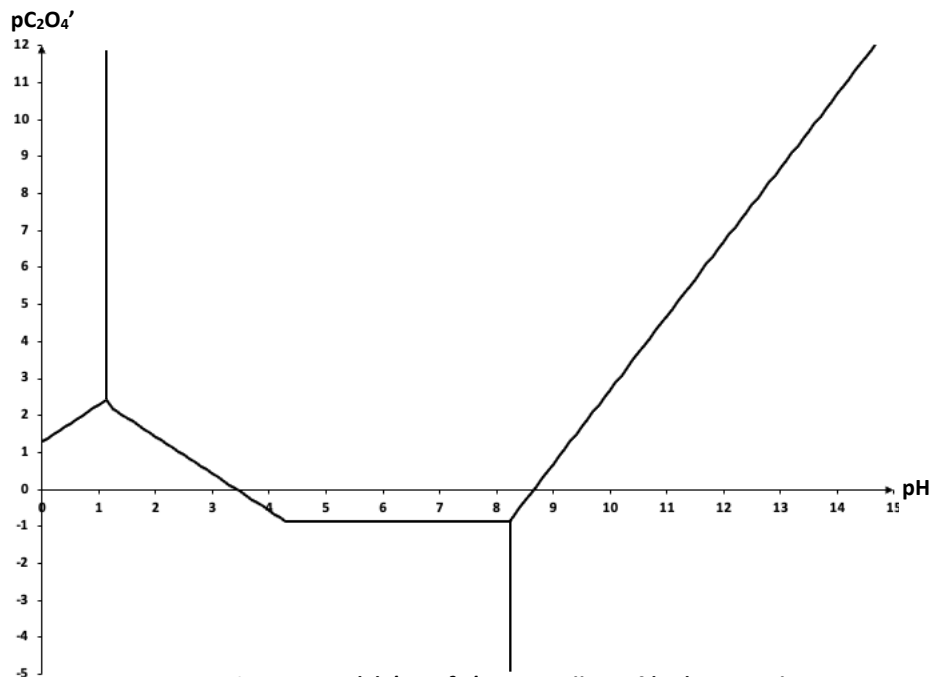
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$p\text{Cu}''_{\text{sat}} = \log K_p''$$

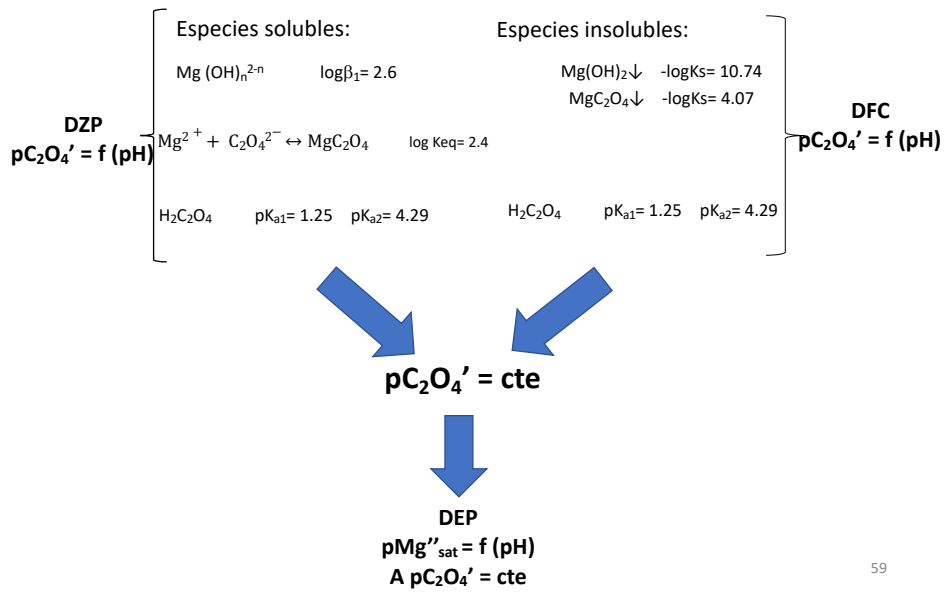
Intervalo de pH	Equilibrio representativo	pCu'' _{sat}
pH ≤ 1.13		
1.13 ≤ pH ≤ 1.25		
1.25 ≤ pH ≤ 4.29		
4.29 ≤ pH ≤ 8.225		
pH ≥ 8.225		

57



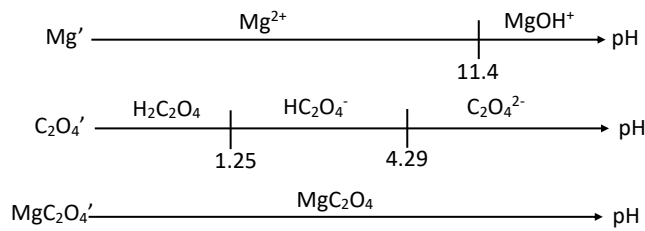
DEP para el sistema Cu(II) / C₂O₄²⁻ / H₂O, pCu''sat = f (pH), a pC₂O₄'=0.5 58

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



59

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



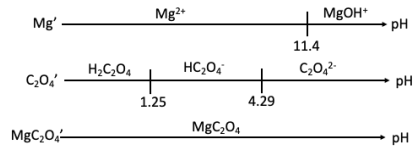
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



pC₂O₄' = log K_{eq}'

60

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



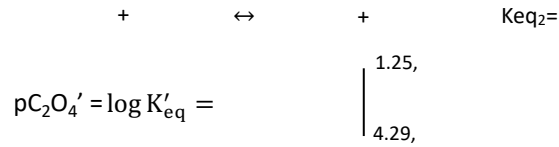
$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log_1 K_{\text{eq}}'$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \leq$

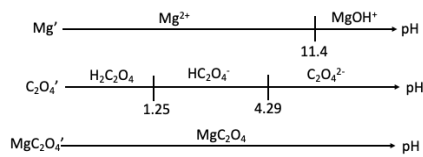


Si $1.25 \leq \text{pH} \leq$



61

**DIAGRAMA DE ZONAS DE PREDOMINIO
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



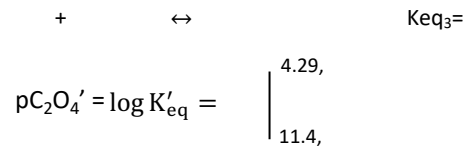
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



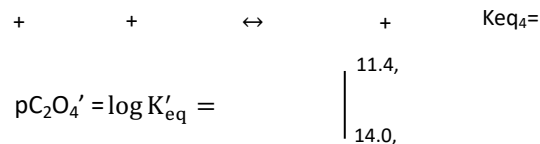
$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log_1 K_{\text{eq}}'$$

Equilibrios representativos:

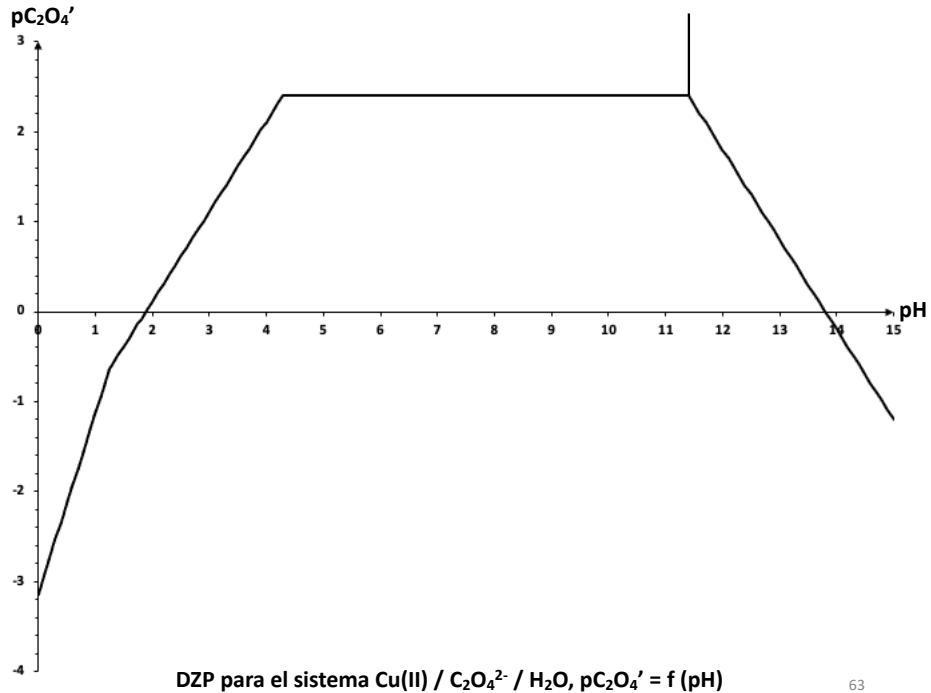
Si $4.29 \leq \text{pH} \leq$



Si $\text{pH} \geq$

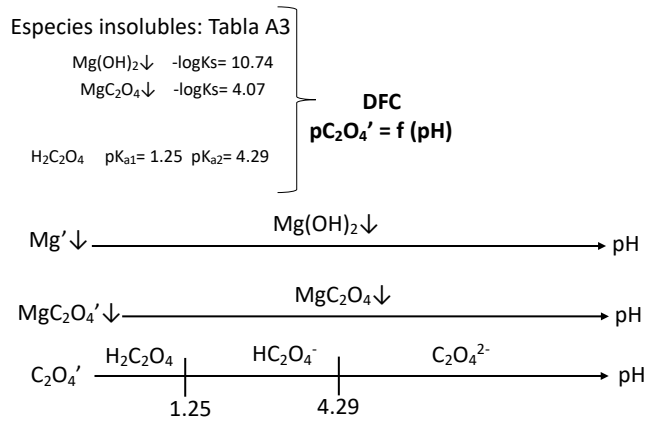


62



63

**DIAGRAMA DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



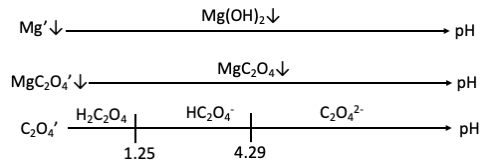
EQUILIBRIO GENERALIZADO:



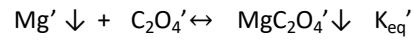
$$pC_2O_4' = \log K_{eq}'$$

64

**DIAGRAMA DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Mg(II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log K'_{\text{eq}}$$

Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \leq$



$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log K'_{\text{eq}} = \begin{cases} 0.0, \\ 1.25, \end{cases}$$

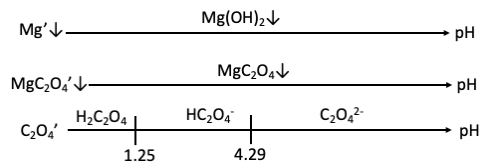
Si $1.25 \leq \text{pH} \leq$



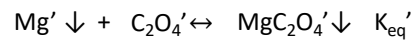
$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log K'_{\text{eq}} = \begin{cases} 1.25, \\ 4.29, \end{cases}$$

65

**DIAGRAMA DE FASES CONDENSADAS
PARA EL SISTEMA Mg(II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



EQUILIBRIO GENERALIZADO:



$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log K'_{\text{eq}}$$

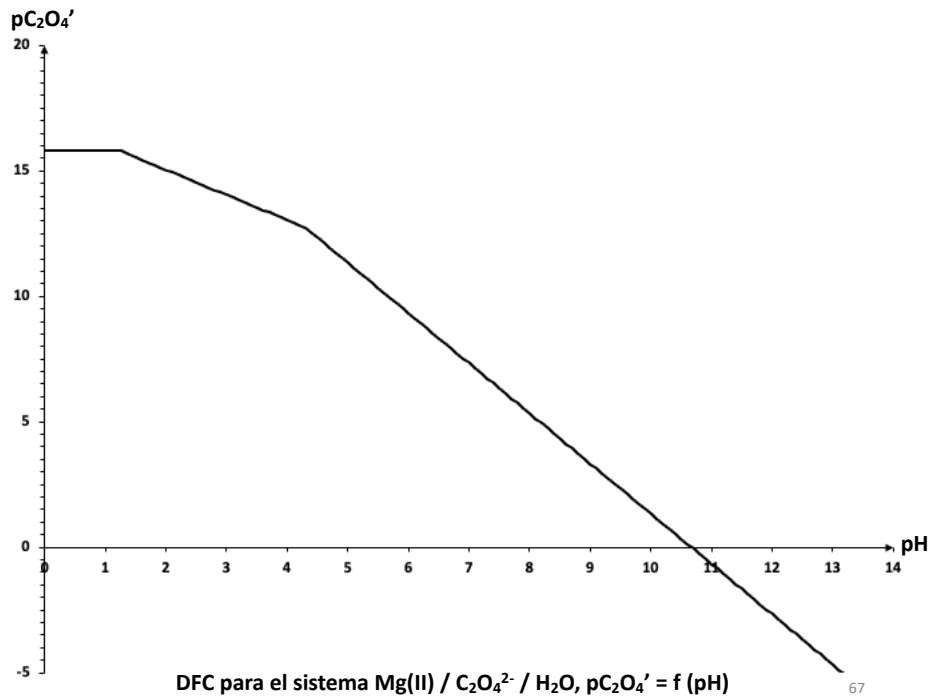
Equilibrios representativos:

Si $\text{pH} \geq$



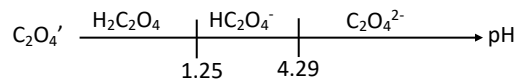
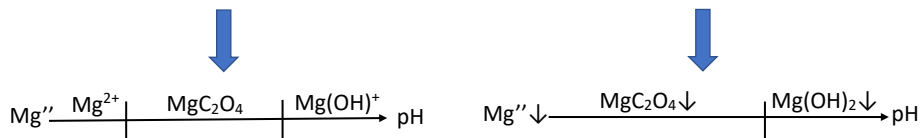
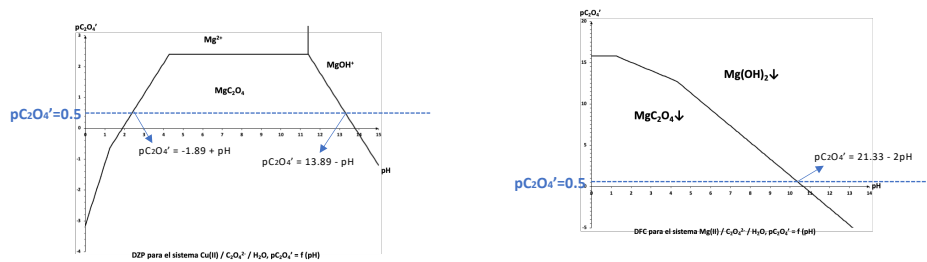
$$p\text{C}_2\text{O}_4' = \log K'_{\text{eq}} = \begin{cases} 4.29, \\ 14.0, \end{cases}$$

66



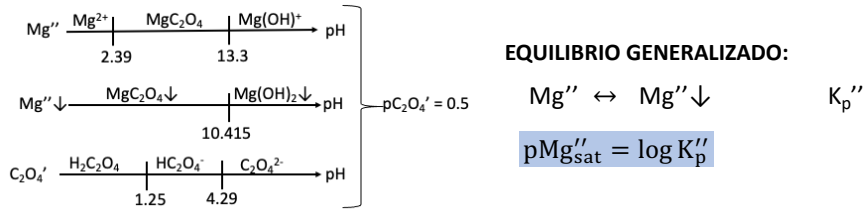
67

DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O a pC₂O₄' = 0.5



68

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



Equilibrios representativos:

Si $pH \leq$



$$pMg''_{sat} = \log K''_p =$$

0.0,
1.25,

Si $\leq pH \leq$

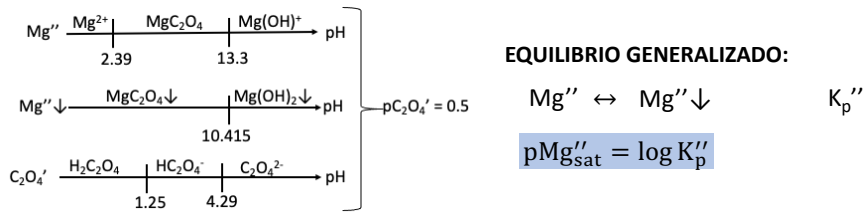


$$pMg''_{sat} = \log K''_p =$$

1.25,
2.39,

69

**DIAGRAMA DE EXISTENCIA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



Equilibrios representativos:

Si $\leq pH \leq$



$$pMg''_{sat} = \log K''_p =$$

2.39,
10.415,

Si $\leq pH \leq$

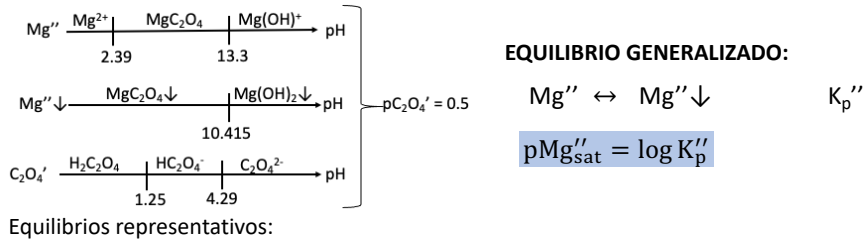


$$pMg''_{sat} = \log K''_p =$$

10.415,
13.3,

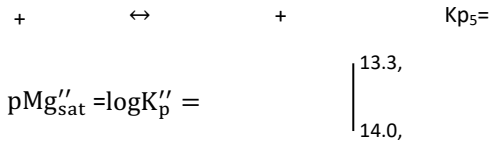
70

**DIAGRAMA DE EXISTENICA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



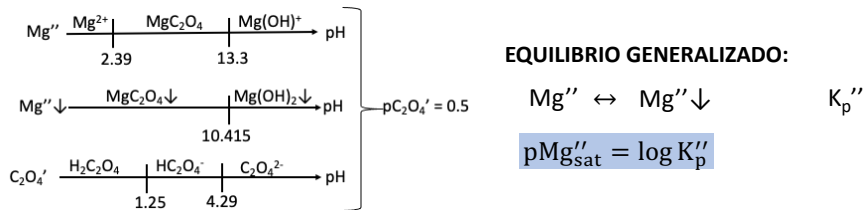
Equilibrios representativos:

Si $pH \geq$



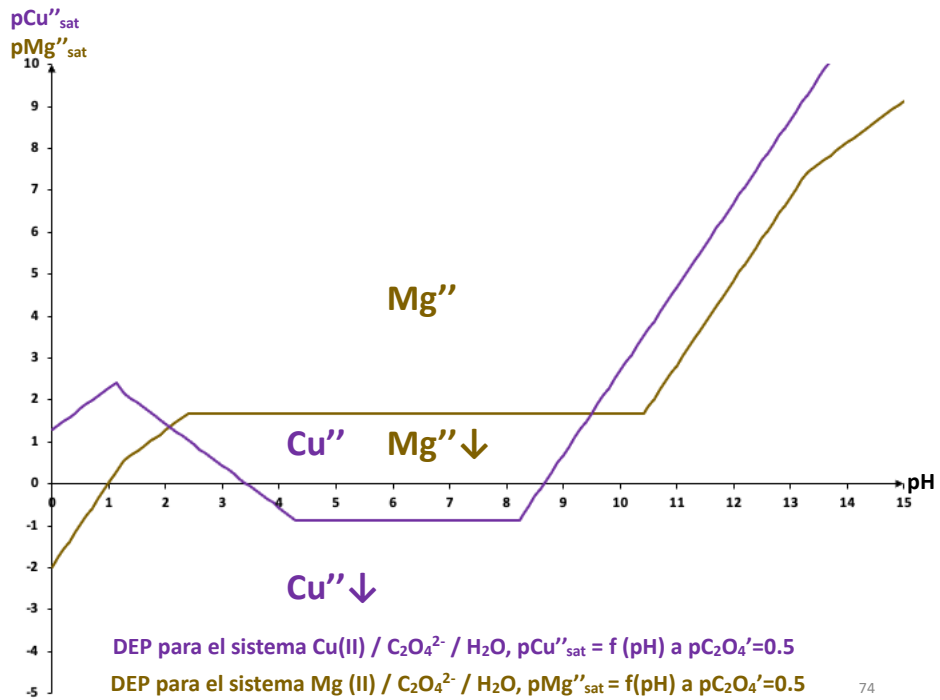
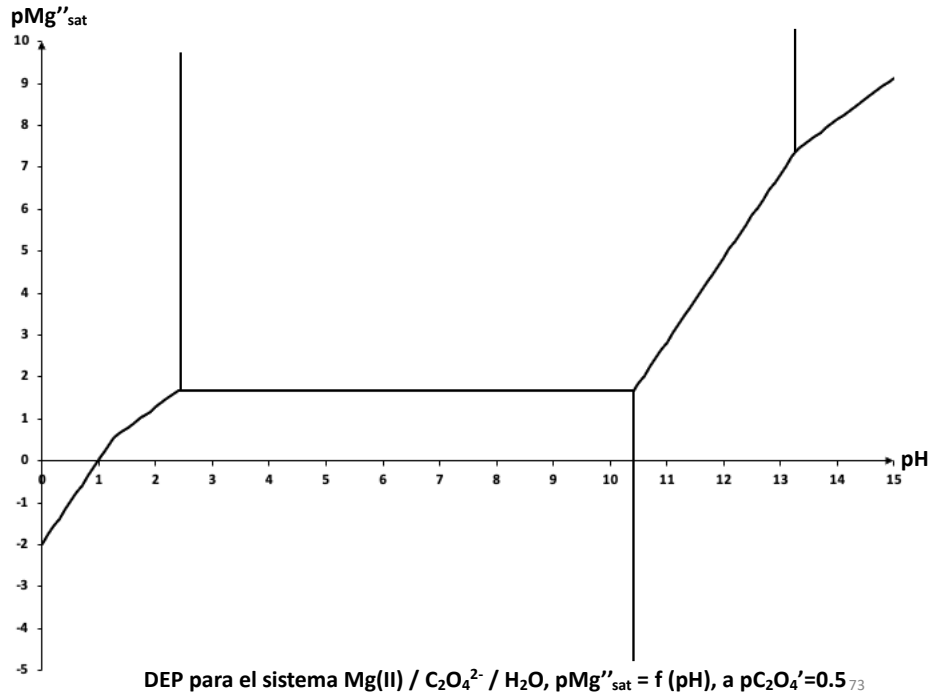
71

**DIAGRAMA DE EXISTENICA PREDOMINO BAJO DOBLE AMORTIGUAMIENTO
PARA EL SISTEMA Mg (II) / C₂O₄²⁻ / H₂O**



Intervalo de pH	Equilibrio representativo	pMg''_{sat}
$pH \leq 1.25$		
$1.25 \leq pH \leq 4.29$		
$4.29 \leq pH \leq 10.415$		
$10.415 \leq pH \leq 13.3$		
$pH \geq 13.3$		

72



Tarea: Se tiene una mezcla de los iones Cu(II) y Mg(II), elegir las concentraciones iniciales de la mezcla. Si se impone en el sistema un $pC_2O_4' = 0.5$, encontrar el(los) intervalo(s) de pH para lograr la separación de estos cationes por precipitación selectiva, elegir libremente el % de Selectividad.