

- 13.3 a) Hallar la constante de formación condicional para el $\text{Mg}(\text{AEDT})^{2-}$ a pH 9,00.
 b) Hallar la concentración de Mg^{2+} libre en una disolución de $\text{Na}_2[\text{Mg}(\text{AEDT})]$ 0,050 M a pH 9,00.

Respuesta/ a) $3,3 \times 10^7$
 b) $3,9 \times 10^{-5}$ mol/L de Mg^{2+}



a)

$$K_f \text{MgY}^{2-} = 6,2 \times 10^8 \quad \alpha_{Y^{4-}} = 5,4 \times 10^{-2}$$

$$K'_f = \alpha_{Y^{4-}} K_f = 5,4 \times 10^{-2} * 6,2 \times 10^8 = 3,3 \times 10^7$$

b)

	Mg^{2+}	+	AEDT	\rightleftharpoons	MgY^{2-}
$C_{n_{\text{inicial}}}$	0		0		0,050
$C_{n_{\text{final}}}$	x		x		0,050 - x

$$K'_f = \frac{[\text{MgY}^{2-}]}{[\text{Mg}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{0,050 - x}{(x)(x)} = 3,3 \times 10^7$$

$$x = 3,9 \times 10^{-5} \text{ mol/L} = [\text{Mg}^{2+}]$$

13.5 Se valoran 100,0 mL de una disolución del ion M^{n+} 0,0500 M, tamponada a pH 9,00, con AEDT 0,0500 M.

- ¿Cuál es el volumen de equivalencia, V_e , expresado en mililitros?
- Calcular la concentración de M^{n+} para $V = \frac{1}{2}V_e$.
- ¿Cuál es la fracción ($\alpha_{Y^{4-}}$) de AEDT libre en forma de Y^{4-} a pH 9,00?
- La constante de formación (K_f) es $10^{12,00}$. Calcular la constante de formación condicional, $K'_f (= \alpha_{Y^{4-}}K_f)$.
- Calcular la concentración de M^{n+} a $V = V_e$.
- ¿Cuál es la concentración de M^{n+} a $V = 1,100 V_e$?

Respuesta/

- 100 mL de AEDT 0,0500 mol/L
- 0,0167 mol/L de M^{n+}
- $5,4 \times 10^{-2}$
- $5,4 \times 10^{10}$
- $6,8 \times 10^{-7}$ mol/L de M^{n+}
- $1,8 \times 10^{-10}$ mol/L de M^{n+}



a)

$$100,0 \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol } M^{n+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol } M^{n+}} * \frac{\text{mL}}{0,0500 \text{ mmol AEDT}} = 100 \text{ mL}$$

b)

$$100,0 \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol } M^{n+}}{\text{mL}} = 5,00 \text{ mmol } M^{n+}$$

$$\frac{1}{2}V_e = \frac{1}{2} * 100 \text{ mL} = 50,0 \text{ mL}$$

$$50,0 \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 2,50 \text{ mmol AEDT}$$

	M^{n+}	+	AEDT	→	MY^{n-4}
mmol _{inicial}	5,00		2,50		0

mmol _{final}	2,50	---	2,50
-----------------------	------	-----	------

$$[M^{n+}] = \frac{2,50 \text{ mmol}}{(100,0 + 50,0) \text{ mL}} = 0,0167 \text{ mol/L}$$

c)

$$\alpha_{Y^{4-}} = 5,4 \times 10^{-2}$$

d)

$$K'_f = \alpha_{Y^{4-}} K_f = 5,4 \times 10^{-2} * 10^{12,00} = 5,4 \times 10^{10}$$

e)

$$100,0 \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol } M^{n+}}{\text{mL}} = 5,00 \text{ mmol } M^{n+}$$

$$100 \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 5,00 \text{ mmol AEDT}$$

	M ⁿ⁺	+	AEDT	→	MY ⁿ⁻⁴
mmol _{inicial}	5,00		5,00		0
mmol _{final}	---		---		5,00

$$[MY^{n-4}] = \frac{5,00 \text{ mmol}}{(100,0 + 100) \text{ mL}} = 0,0250 \text{ mol/L}$$

	M ⁿ⁺	+	AEDT	⇌	MY ⁿ⁻⁴
C _n _{inicial}	0		0		0,0250
C _n _{final}	x		x		0,0250 - x

$$K'_f = \frac{[MY^{n-4}]}{[M^{n+}][AEDT]} = \frac{0,0250 - x}{(x)(x)} = 5,4 \times 10^{10}$$

$$x = 6,8 \times 10^{-7} \text{ mol/L} = [M^{n+}]$$

f)

$$100,0 \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol } M^{n+}}{\text{mL}} = 5,00 \text{ mmol } M^{n+}$$

$$1,100 V_e = 1,100 * 100 \text{ mL} = 110 \text{ mL}$$

$$110 \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 5,50 \text{ mmol AEDT}$$

	M^{n+}	+	AEDT	→	MY^{n-4}
mmol _{inicial}	5,00		5,50		0
mmol _{final}	---		0,50		5,00

$$[AEDT] = \frac{0,50 \text{ mmol}}{(100,0 + 110,0) \text{ mL}} = 2,4 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[MY^{n-4}] = \frac{5,00 \text{ mmol}}{(100,0 + 110) \text{ mL}} = 0,0238 \text{ mol/L}$$

	M^{n+}	+	AEDT	⇌	MY^{n-4}
Cn _{inicial}	0		$2,4 \times 10^{-3}$		0,0238
Cn _{final}	x		$2,4 \times 10^{-3} + x$		$0,0238 - x$

$$K'_f = \frac{[MY^{n-4}]}{[M^{n+}][AEDT]} = \frac{0,0238 - x}{(x)(2,4 \times 10^{-3} + x)} = 5,4 \times 10^{10}$$

$$x = 1,8 \times 10^{-10} \text{ mol/L} = [M^{n+}]$$

13.6 Calcular $p\text{Co}^{2+}$ para los siguientes puntos de la valoración de 25,00 mL de Co^{2+} 0,02026 M con AEDT 0,03855 M a pH 6,00: a) 12,00 mL; b) V_e ; c) 14,00 mL.

Respuesta/ a) 2,924
 b) 6,77
 c) 10,48



$$K_f \text{CoY}^{2-} = 2,0 \times 10^{16} \quad \alpha_{Y^{4-}} = 2,3 \times 10^{-5}$$

$$K'_f = \alpha_{Y^{4-}} K_f = 2,3 \times 10^{-5} * 2,0 \times 10^{16} = 4,6 \times 10^{11}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02026 \text{ mmol Co}^{2+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol Co}^{2+}} * \frac{\text{mL}}{0,03855 \text{ mmol AEDT}}$$

$$= 13,14 \text{ mL} \Rightarrow V_e$$

a)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02026 \text{ mmol Co}^{2+}}{\text{mL}} = 0,5065 \text{ mmol Co}^{2+}$$

$$12,00 \text{ mL} * \frac{0,03855 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,4626 \text{ mmol AEDT}$$

	Co^{2+}	+	AEDT	→	CoY^{2-}
mmol _{inicial}	0,5065		0,4626		0
mmol _{final}	0,0439		---		0,4626

$$[\text{Co}^{2+}] = \frac{0,0439 \text{ mmol}}{(25,00 + 12,00) \text{ mL}} = 1,19 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$p\text{Co}^{2+} = 2,924$$

b)

$$[\text{CoY}^{2-}] = 0,02026 \text{ mol/L} * \frac{25,00 \text{ mL}}{(25,00 + 13,14) \text{ mL}} = 0,01328 \text{ mol/L}$$

	Co^{2+}	+	AEDT	\rightleftharpoons	CoY^{2-}
$C_{n_{\text{inicial}}}$	0		0		0,01328
$C_{n_{\text{final}}}$	x		x		0,01328 - x

$$K'_f = \frac{[\text{CoY}^{2-}]}{[\text{Co}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{0,01328 - x}{(x)(x)} = 4,6 \times 10^{11}$$

$$x = 1,7 \times 10^{-7} \text{ mol/L} = [\text{Co}^{2+}]$$

$$p\text{Co}^{2+} = 6,77$$

c)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02026 \text{ mmol Co}^{2+}}{\text{mL}} = 0,5065 \text{ mmol Co}^{2+}$$

$$14,00 \text{ mL} * \frac{0,03855 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,5397 \text{ mmol AEDT}$$

	Co^{2+}	+	AEDT	\rightarrow	CoY^{2-}
$\text{mmol}_{\text{inicial}}$	0,5065		0,5397		0
$\text{mmol}_{\text{final}}$	---		0,0332		0,5065

$$[\text{AEDT}] = \frac{0,0332 \text{ mmol}}{(25,00 + 14,00) \text{ mL}} = 8,51 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[\text{CoY}^{2-}] = \frac{0,5065 \text{ mmol}}{(25,00 + 14,00) \text{ mL}} = 0,01299 \text{ mol/L}$$

	Co^{2+}	+	AEDT	\rightleftharpoons	CoY^{2-}
$C_{n_{\text{inicial}}}$	0		$8,51 \times 10^{-4}$		0,01299
$C_{n_{\text{final}}}$	x		$8,51 \times 10^{-4} + x$		$0,01299 - x$

$$K'_f = \frac{[\text{CoY}^{2-}]}{[\text{Co}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{0,01299 - x}{(x)(8,51 \times 10^{-4} + x)} = 4,6 \times 10^{11}$$

$$x = 3,3 \times 10^{-11} \text{ mol/L} = [\text{Co}^{2+}]$$

$$p\text{Co}^{2+} = 10,48$$

FARMACIA UCR

13.7 Se valoran 25,00 mL de una disolución de MnSO_4 0,0200 M, tamponada a pH 8,00, con AEDT 0,0100 M. Calcular pMn^{2+} después de añadir los siguientes volúmenes de AEDT:

- | | | |
|------------|------------|------------|
| a) 0 mL | d) 49,0 mL | g) 50,1 mL |
| b) 20,0 mL | e) 49,9 mL | h) 55,0 mL |
| c) 40,0 mL | f) 50,0 mL | i) 60 0 mL |

- Respuesta/
- a) 1,699
 - b) 2,176
 - c) 2,812
 - d) 3,85
 - e) 5,0
 - f) 6,89
 - g) 8,7
 - h) 10,60
 - i) 10,92



$$K_f \text{MnY}^{2-} = 7,4 \times 10^{13} \quad \alpha_{\text{Y}^{4-}} = 5,6 \times 10^{-3}$$

$$K'_f = \alpha_{\text{Y}^{4-}} K_f = 5,6 \times 10^{-3} * 7,4 \times 10^{13} = 4,1 \times 10^{11}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,0200 \text{ mmol Mn}^{2+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol Mn}^{2+}} * \frac{\text{mL}}{0,0100 \text{ mmol AEDT}}$$

$$= 50,0 \text{ mL} \Rightarrow V_e$$

a)

$$[\text{Mn}^{2+}] = 0,0200 \text{ mol/L}$$

$$\text{pMn}^{2+} = 1,699$$

b)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,0200 \text{ mmol Mn}^{2+}}{\text{mL}} = 0,500 \text{ mmol Mn}^{2+}$$

$$20,0 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,200 \text{ mmol AEDT}$$

	Mn ²⁺	+	AEDT	→	MnY ²⁻
mmol _{inicial}	0,500		0,200		0
mmol _{final}	0,300		---		0,200

$$[\text{Mn}^{2+}] = \frac{0,300 \text{ mmol}}{(25,00 + 20,0) \text{ mL}} = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pMn}^{2+} = 2,176$$

c)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,0200 \text{ mmol Mn}^{2+}}{\text{mL}} = 0,500 \text{ mmol Mn}^{2+}$$

$$40,0 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,400 \text{ mmol AEDT}$$

	Mn ²⁺	+	AEDT	→	MnY ²⁻
mmol _{inicial}	0,500		0,400		0
mmol _{final}	0,100		---		0,400

$$[\text{Mn}^{2+}] = \frac{0,100 \text{ mmol}}{(25,00 + 40,0) \text{ mL}} = 1,54 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pMn}^{2+} = 2,812$$

d)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,0200 \text{ mmol Mn}^{2+}}{\text{mL}} = 0,500 \text{ mmol Mn}^{2+}$$

$$49,0 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,490 \text{ mmol AEDT}$$

	Mn ²⁺	+	AEDT	→	MnY ²⁻
mmol _{inicial}	0,500		0,490		0
mmol _{final}	0,010		---		0,490

$$[\text{Mn}^{2+}] = \frac{0,010 \text{ mmol}}{(25,00 + 49,0) \text{ mL}} = 1,4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pMn}^{2+} = 3,85$$

e)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,0200 \text{ mmol Mn}^{2+}}{\text{mL}} = 0,500 \text{ mmol Mn}^{2+}$$

$$49,9 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,499 \text{ mmol AEDT}$$

	Mn ²⁺	+	AEDT	→	MnY ²⁻
mmol _{inicial}	0,500		0,499		0
mmol _{final}	0,001		---		0,499

$$[\text{Mn}^{2+}] = \frac{0,001 \text{ mmol}}{(25,00 + 49,9) \text{ mL}} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$\text{pMn}^{2+} = 5,0$$

f)

$$[\text{MnY}^{2-}] = 0,0200 \text{ mol/L} * \frac{25,00 \text{ mL}}{(25,00 + 50,0) \text{ mL}} = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Mn^{2+}	+	AEDT	\rightleftharpoons	MnY^{2-}
$Cn_{inicial}$	0		0		$6,67 \times 10^{-3}$
Cn_{final}	x		x		$6,67 \times 10^{-3} - x$

$$K'_f = \frac{[MnY^{2-}]}{[Mn^{2+}][AEDT]} = \frac{6,67 \times 10^{-3} - x}{(x)(x)} = 4,1 \times 10^{11}$$

$$x = 1,3 \times 10^{-7} \text{ mol/L} = [Mn^{2+}]$$

$$pMn^{2+} = 6,89$$

g)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,0200 \text{ mmol } Mn^{2+}}{\text{mL}} = 0,500 \text{ mmol } Mn^{2+}$$

$$50,1 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,501 \text{ mmol AEDT}$$

	Mn^{2+}	+	AEDT	\rightarrow	MnY^{2-}
$mmol_{inicial}$	0,500		0,501		0
$mmol_{final}$	---		0,001		0,500

$$[AEDT] = \frac{0,001 \text{ mmol}}{(25,00 + 50,1) \text{ mL}} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[MnY^{2-}] = \frac{0,500 \text{ mmol}}{(25,00 + 50,1) \text{ mL}} = 6,66 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Mn^{2+}	+	AEDT	\rightleftharpoons	MnY^{2-}
$Cn_{inicial}$	0		1×10^{-5}		$6,66 \times 10^{-3}$
Cn_{final}	x		$1 \times 10^{-5} + x$		$6,66 \times 10^{-3} - x$

$$K'_f = \frac{[\text{MnY}^{2-}]}{[\text{Mn}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{6,66 \times 10^{-3} - x}{(x)(1 \times 10^{-5} + x)} = 4,1 \times 10^{11}$$

$$x = 2 \times 10^{-9} \text{ mol/L} = [\text{Mn}^{2+}]$$

$$\text{pMn}^{2+} = 8,7$$

h)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,0200 \text{ mmol Mn}^{2+}}{\text{mL}} = 0,500 \text{ mmol Mn}^{2+}$$

$$55,0 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,550 \text{ mmol AEDT}$$

	Mn ²⁺	+	AEDT	→	MnY ²⁻
mmol _{inicial}	0,500		0,550		0
mmol _{final}	---		0,050		0,500

$$[\text{AEDT}] = \frac{0,050 \text{ mmol}}{(25,00 + 55,0) \text{ mL}} = 6,2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[\text{MnY}^{2-}] = \frac{0,500 \text{ mmol}}{(25,00 + 55,0) \text{ mL}} = 6,25 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Mn ²⁺	+	AEDT	⇌	MnY ²⁻
Cn _{inicial}	0		6,2 × 10 ⁻⁴		6,25 × 10 ⁻³
Cn _{final}	x		6,2 × 10 ⁻⁴ + x		6,25 × 10 ⁻³ - x

$$K'_f = \frac{[\text{MnY}^{2-}]}{[\text{Mn}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{6,25 \times 10^{-3} - x}{(x)(6,2 \times 10^{-4} + x)} = 4,1 \times 10^{11}$$

$$x = 2,5 \times 10^{-11} \text{ mol/L} = [\text{Mn}^{2+}]$$

$$pMn^{2+} = 10,60$$

i)

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,0200 \text{ mmol Mn}^{2+}}{\text{mL}} = 0,500 \text{ mmol Mn}^{2+}$$

$$60,0 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,600 \text{ mmol AEDT}$$

	Mn ²⁺	+	AEDT	→	MnY ²⁻
mmol _{inicial}	0,500		0,600		0
mmol _{final}	---		0,100		0,500

$$[AEDT] = \frac{0,100 \text{ mmol}}{(25,00 + 60,0) \text{ mL}} = 1,18 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[MnY^{2-}] = \frac{0,500 \text{ mmol}}{(25,00 + 60,0) \text{ mL}} = 5,88 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Mn ²⁺	+	AEDT	⇌	MnY ²⁻
Cn _{inicial}	0		1,18 × 10 ⁻³		5,88 × 10 ⁻³
Cn _{final}	x		1,18 × 10 ⁻³ + x		5,88 × 10 ⁻³ - x

$$K'_f = \frac{[MnY^{2-}]}{[Mn^{2+}][AEDT]} = \frac{5,88 \times 10^{-3} - x}{(x)(1,18 \times 10^{-3} + x)} = 4,1 \times 10^{11}$$

$$x = 1,2 \times 10^{-11} \text{ mol/L} = [Mn^{2+}]$$

$$pMn^{2+} = 10,92$$

13.8 Usando los mismos volúmenes que en el problema 13.7, calcular pCa^{2+} durante la valoración de 25,00 mL de AEDT 0,02000 M con $CaSO_4$ 0,01000 M a pH 10,00.

- Respuesta/
- b) 10,43
 - c) 9,66
 - d) 8,59
 - e) 7,4
 - f) 6,21
 - g) 5,0
 - h) 3,21
 - i) 2,928



$$K_f CaY^{2-} = 4,9 \times 10^{10} \quad \alpha_{Y^{4-}} = 0,36$$

$$K'_f = \alpha_{Y^{4-}} K_f = 0,36 * 4,9 \times 10^{10} = 1,8 \times 10^{10}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02000 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol } Ca^{2+}}{1 \text{ mmol AEDT}} * \frac{\text{mL}}{0,01000 \text{ mmol } Ca^{2+}}$$

$$= 50,00 \text{ mL} \Rightarrow V_e$$

b)

$$20,0 \text{ mL} * \frac{0,01000 \text{ mmol } Ca^{2+}}{\text{mL}} = 0,200 \text{ mmol } Ca^{2+}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02000 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,5000 \text{ mmol AEDT}$$

	Ca^{2+}	+	AEDT	→	CaY^{2-}
mmol _{inicial}	0,200		0,5000		0
mmol _{final}	---		0,300		0,200

$$[\text{AEDT}] = \frac{0,300 \text{ mmol}}{(20,0 + 25,00) \text{ mL}} = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{CaY}^{2-}] = \frac{0,200 \text{ mmol}}{(20,0 + 25,00) \text{ mL}} = 4,44 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Ca^{2+}	+	AEDT	\rightleftharpoons	CaY^{2-}
$C_{n_{\text{inicial}}}$	0		$6,67 \times 10^{-3}$		$4,44 \times 10^{-3}$
$C_{n_{\text{final}}}$	x		$6,67 \times 10^{-3} + x$		$4,44 \times 10^{-3} - x$

$$K'_f = \frac{[\text{CaY}^{2-}]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{4,44 \times 10^{-3} - x}{(x)(6,67 \times 10^{-3} + x)} = 1,8 \times 10^{10}$$

$$x = 3,7 \times 10^{-11} \text{ mol/L} = [\text{Ca}^{2+}]$$

$$p\text{Ca}^{2+} = 10,43$$

c)

$$40,0 \text{ mL} * \frac{0,01000 \text{ mmol Ca}^{2+}}{\text{mL}} = 0,400 \text{ mmol Ca}^{2+}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02000 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,5000 \text{ mmol AEDT}$$

	Ca^{2+}	+	AEDT	\rightarrow	CaY^{2-}
$\text{mmol}_{\text{inicial}}$	0,400		0,5000		0
$\text{mmol}_{\text{final}}$	---		0,100		0,400

$$[\text{AEDT}] = \frac{0,100 \text{ mmol}}{(40,0 + 25,00) \text{ mL}} = 1,54 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{CaY}^{2-}] = \frac{0,400 \text{ mmol}}{(40,0 + 25,00) \text{ mL}} = 6,15 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	⇌	CaY ²⁻
Cn _{inicial}	0		1,54 x 10 ⁻³		6,15 x 10 ⁻³
Cn _{final}	x		1,54 x 10 ⁻³ + x		6,15 x 10 ⁻³ - x

$$K'_f = \frac{[\text{CaY}^{2-}]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{6,15 \times 10^{-3} - x}{(x)(1,54 \times 10^{-3} + x)} = 1,8 \times 10^{10}$$

$$x = 2,2 \times 10^{-10} \text{ mol/L} = [\text{Ca}^{2+}]$$

$$\text{pCa}^{2+} = 9,66$$

d)

$$49,0 \text{ mL} * \frac{0,01000 \text{ mmol Ca}^{2+}}{\text{mL}} = 0,490 \text{ mmol Ca}^{2+}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02000 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,5000 \text{ mmol AEDT}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	→	CaY ²⁻
mmol _{inicial}	0,490		0,5000		0
mmol _{final}	---		0,010		0,490

$$[\text{AEDT}] = \frac{0,010 \text{ mmol}}{(49,0 + 25,00) \text{ mL}} = 1,4 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[\text{CaY}^{2-}] = \frac{0,490 \text{ mmol}}{(49,0 + 25,00) \text{ mL}} = 6,62 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	⇌	CaY ²⁻
Cn _{inicial}	0		1,4 x 10 ⁻⁴		6,62 x 10 ⁻³
Cn _{final}	x		1,4 x 10 ⁻⁴ + x		6,62 x 10 ⁻³ - x

$$K'_f = \frac{[\text{CaY}^{2-}]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{6,62 \times 10^{-3} - x}{(x)(1,4 \times 10^{-4} + x)} = 1,8 \times 10^{10}$$

$$x = 2,6 \times 10^{-9} \text{ mol/L} = [\text{Ca}^{2+}]$$

$$\text{pCa}^{2+} = 8,59$$

e)

$$49,9 \text{ mL} * \frac{0,01000 \text{ mmol Ca}^{2+}}{\text{mL}} = 0,499 \text{ mmol Ca}^{2+}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02000 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,5000 \text{ mmol AEDT}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	→	CaY ²⁻
mmol _{inicial}	0,499		0,5000		0
mmol _{final}	---		0,001		0,499

$$[\text{AEDT}] = \frac{0,001 \text{ mmol}}{(49,9 + 25,00) \text{ mL}} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$[\text{CaY}^{2-}] = \frac{0,499 \text{ mmol}}{(49,9 + 25,00) \text{ mL}} = 6,66 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	⇌	CaY ²⁻
Cn _{inicial}	0		1 × 10 ⁻⁵		6,66 × 10 ⁻³
Cn _{final}	x		1 × 10 ⁻⁵ + x		6,66 × 10 ⁻³ - x

$$K'_f = \frac{[\text{CaY}^{2-}]}{[\text{Ca}^{2+}][\text{AEDT}]} = \frac{6,66 \times 10^{-3} - x}{(x)(1 \times 10^{-5} + x)} = 1,8 \times 10^{10}$$

$$x = 4 \times 10^{-8} \text{ mol/L} = [\text{Ca}^{2+}]$$

$$pCa^{2+} = 7,4$$

f)

$$[CaY^{2-}] = 0,02000 \text{ mol/L} * \frac{25,00 \text{ mL}}{(25,00 + 50,0) \text{ mL}} = 6,67 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	⇌	CaY ²⁻
Cn _{inicial}	0		0		6,67 × 10 ⁻³
Cn _{final}	x		x		6,67 × 10 ⁻³ - x

$$K'_f = \frac{[CaY^{2-}]}{[Ca^{2+}][AEDT]} = \frac{6,67 \times 10^{-3} - x}{(x)(x)} = 1,8 \times 10^{10}$$

$$x = 6,1 \times 10^{-7} \text{ mol/L} = [Ca^{2+}]$$

$$pCa^{2+} = 6,21$$

g)

$$50,1 \text{ mL} * \frac{0,01000 \text{ mmol Ca}^{2+}}{\text{mL}} = 0,501 \text{ mmol Ca}^{2+}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02000 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,5000 \text{ mmol AEDT}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	→	CaY ²⁻
mmol _{inicial}	0,501		0,5000		0
mmol _{final}	0,001		---		0,500

$$[Ca^{2+}] = \frac{0,001 \text{ mmol}}{(50,1 + 25,00) \text{ mL}} = 1 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$$

$$pCa^{2+} = 5,0$$

h)

$$55,0 \text{ mL} * \frac{0,01000 \text{ mmol Ca}^{2+}}{\text{mL}} = 0,550 \text{ mmol Ca}^{2+}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02000 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,5000 \text{ mmol AEDT}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	→	CaY ²⁻
mmol _{inicial}	0,550		0,5000		0
mmol _{final}	0,050		---		0,500

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{0,050 \text{ mmol}}{(55,0 + 25,00) \text{ mL}} = 6,2 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$\text{pCa}^{2+} = 3,21$$

i)

$$60,0 \text{ mL} * \frac{0,01000 \text{ mmol Ca}^{2+}}{\text{mL}} = 0,600 \text{ mmol Ca}^{2+}$$

$$25,00 \text{ mL} * \frac{0,02000 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} = 0,5000 \text{ mmol AEDT}$$

	Ca ²⁺	+	AEDT	→	CaY ²⁻
mmol _{inicial}	0,600		0,5000		0
mmol _{final}	0,100		---		0,500

$$[\text{Ca}^{2+}] = \frac{0,100 \text{ mmol}}{(60,0 + 25,00) \text{ mL}} = 1,18 \times 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$\text{pCa}^{2+} = 2,928$$

13.30 a) ¿Cuántos mililitros de AEDT 0,0500 M se necesitan para reaccionar con 50,0 mL de Ca^{2+} 0,0100 M? b) ¿Y con 50,0 mL de Al^{3+} 0,0100 M?

Respuesta/ a) 10,0 mL de AEDT 0,0500 mol/L
b) 10,0 mL de AEDT 0,0500 mol/L

a)



$$50,0 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol Ca}^{2+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol Ca}^{2+}} * \frac{\text{mL}}{0,0500 \text{ mmol AEDT}} = 10,0 \text{ mL}$$

b)



$$50,0 \text{ mL} * \frac{0,0100 \text{ mmol Al}^{3+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol Al}^{3+}} * \frac{\text{mL}}{0,0500 \text{ mmol AEDT}} = 10,0 \text{ mL}$$

13.31 Se tratan 50,0 mL de una muestra que contiene Ni^{2+} con 25,0 mL de AEDT 0,0500 M para complejar todo el Ni^{2+} y dejar un exceso de AEDT en la disolución. El exceso de AEDT se valora por retroceso, y se consumen 5,00 mL de Zn^{2+} 0,0500 M. ¿Cuál es la concentración del Ni^{2+} en la disolución de partida?

Respuesta/ 0,0200 mol/L de Ni^{2+}



$$5,00 \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol Zn}^{2+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol Zn}^{2+}} * \frac{\text{mL}}{0,0500 \text{ mmol AEDT}} = 5,00 \text{ mL}$$

$$(25,0 - 5,00) \text{ mL} * \frac{0,0500 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol Ni}^{2+}}{1 \text{ mmol AEDT}} \div 50,0 \text{ mL}$$

$$= 0,0200 \text{ mmol Ni}^{2+}/\text{mL} \Rightarrow \text{mol/L}$$

13.32 Se requieren 37,6 mL de disolución de AEDT para valorar una alícuota de 50,0 mL de una disolución que contiene 0,450 g de MgSO_4 (120,36 g/mol) en 0,500 L. ¿Cuántos miligramos de CaCO_3 (100,09 g/mol) reaccionarían con 1,00 mL de esta disolución de AEDT?

Respuesta/ 0,995 mg de CaCO_3



$$0,450 \text{ g MgSO}_4 * \frac{50,0 \text{ mL alícuota}}{500 \text{ mL totales}} * \frac{\text{mol MgSO}_4}{120,36 \text{ g MgSO}_4} * \frac{1 \text{ mol Mg}^{2+}}{1 \text{ mol MgSO}_4} * \frac{1 \text{ mol AEDT}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}}$$

$$\div \left(37,6 \text{ mL} * \frac{\text{L}}{1000 \text{ mL}} \right) = 9,94 \times 10^{-3} \text{ mol AEDT/L}$$

$$1,00 \text{ mL} * \frac{9,94 \times 10^{-3} \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol Ca}^{2+}}{1 \text{ mmol AEDT}} * \frac{1 \text{ mmol CaCO}_3}{1 \text{ mmol Ca}^{2+}} * \frac{100,09 \text{ mg CaCO}_3}{\text{mmol CaCO}_3}$$
$$= 0,995 \text{ mg CaCO}_3$$

13.33 Una muestra problema de 1,000 mL que contiene Co^{2+} y Ni^{2+} se trata con 25,00 mL de AEDT 0,03872 M. La valoración por retroceso con Zn^{2+} 0,02127 M a pH 5 precisa 23,54 mL para alcanzar el punto final utilizando naranja de xilenol. Una muestra de 2,000 mL del mismo problema se pasa a través de una columna de intercambio iónico que retiene más al Co^{2+} que al Ni^{2+} . El Ni^{2+} , que sale antes de la columna, se trata con 25,00 mL de AEDT 0,03872 M y requiere 25,63 mL de Zn^{2+} 0,02127 M en su valoración por retroceso. El Co^{2+} sale de la columna más tarde, y se trata también con 25,00 mL de AEDT 0,03872 M. ¿Cuántos mililitros de la disolución de zinc 0,02127 M se requerirán en la valoración por retroceso?

Respuesta/ 21,44 mL de Zn^{2+} 0,02127 mol/L



$$23,54 \text{ mL} * \frac{0,02127 \text{ mmol Zn}^{2+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol Zn}^{2+}} * \frac{\text{mL}}{0,03872 \text{ mmol AEDT}} = 12,93 \text{ mL}$$

$$(25,00 - 12,93) \text{ mL} * \frac{0,03872 \text{ mol AEDT}}{1000 \text{ mL}} = 4,674 \times 10^{-4} \text{ mol AEDT}$$

$$4,674 \times 10^{-4} \text{ mol AEDT} \Rightarrow 4,674 \times 10^{-4} \text{ mol } (\text{Co}^{2+} + \text{Ni}^{2+}) \text{ (en 1,000 mL)}$$

$$25,63 \text{ mL} * \frac{0,02127 \text{ mmol Zn}^{2+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol Zn}^{2+}} * \frac{\text{mL}}{0,03872 \text{ mmol AEDT}} = 14,08 \text{ mL}$$

$$(25,00 - 14,08) \text{ mL} * \frac{0,03872 \text{ mol AEDT}}{1000 \text{ mL}} * \frac{1 \text{ mol Ni}^{2+}}{1 \text{ mol AEDT}}$$

$$= 4,228 \times 10^{-4} \text{ mol Ni}^{2+} \text{ (en 2,000 mL)}$$

$$2 * 4,674 \times 10^{-4} \text{ mol } (\text{Co}^{2+} + \text{Ni}^{2+}) - 4,228 \times 10^{-4} \text{ mol Ni}^{2+}$$

$$= 5,120 \times 10^{-4} \text{ mol Co}^{2+} \text{ (en 2,000 mL)}$$

$$5,120 \times 10^{-4} \text{ mol Co}^{2+} * \frac{1 \text{ mol AEDT}}{1 \text{ mol Co}^{2+}} * \frac{1000 \text{ mL}}{0,03872 \text{ mol AEDT}} = 13,22 \text{ mL}$$

$$(25,00 - 13,22) \text{ mL} * \frac{0,03872 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol Zn}^{2+}}{1 \text{ mmol AEDT}} * \frac{\text{mL}}{0,02127 \text{ mmol Zn}^{2+}} \\ = 21,44 \text{ mL}$$

FARMACIA UCR

13.34 Se tratan 50,0 mL de una disolución que contiene Ni^{2+} y Zn^{2+} con 25,0 mL de AEDT 0,0452 M para complejar todo el metal. El exceso de AEDT que no ha reaccionado precisa 12,4 mL de Mg^{2+} 0,0123 M para que reaccione por completo. A continuación se añade un exceso del reactivo 2,3-dimercapto-1-propanol para desplazar el AEDT del zinc, y se requieren otros 29,2 mL de Mg^{2+} para reaccionar con el AEDT liberado. Calcular la molaridad del Ni^{2+} y del Zn^{2+} en la disolución de partida.

Respuesta/ 0,0124 mol/L de Ni^{2+} y $7,18 \times 10^{-3}$ mol/L de Zn^{2+}



$$12,4 \text{ mL} * \frac{0,0123 \text{ mmol Mg}^{2+}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol AEDT}}{1 \text{ mmol Mg}^{2+}} * \frac{\text{mL}}{0,0452 \text{ mmol AEDT}} = 3,37 \text{ mL}$$

$$(25,00 - 3,37) \text{ mL} * \frac{0,0452 \text{ mol AEDT}}{1000 \text{ mL}} = 9,78 \times 10^{-4} \text{ mol AEDT}$$

$$9,78 \times 10^{-4} \text{ mol AEDT} \Rightarrow 9,78 \times 10^{-4} \text{ mol } (\text{Ni}^{2+} + \text{Zn}^{2+})$$

$$29,2 \text{ mL} * \frac{0,0123 \text{ mol Mg}^{2+}}{1000 \text{ mL}} * \frac{1 \text{ mol AEDT}}{1 \text{ mol Mg}^{2+}} * \frac{1 \text{ mol Zn}^{2+}}{1 \text{ mol AEDT}} = 3,59 \times 10^{-4} \text{ mol Zn}^{2+}$$

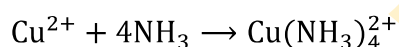
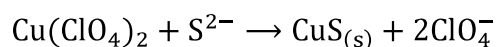
$$9,78 \times 10^{-4} \text{ mol } (\text{Ni}^{2+} + \text{Zn}^{2+}) - 3,59 \times 10^{-4} \text{ mol Zn}^{2+} = 6,19 \times 10^{-4} \text{ mol Ni}^{2+}$$

$$[\text{Ni}^{2+}] = 6,19 \times 10^{-4} \text{ mol Ni}^{2+} \div \left(50,0 \text{ mL} * \frac{\text{L}}{1000 \text{ mL}} \right) = 0,0124 \text{ mol Ni}^{2+} / \text{L}$$

$$[\text{Zn}^{2+}] = 3,59 \times 10^{-4} \text{ mol Zn}^{2+} \div \left(50,0 \text{ mL} * \frac{\text{L}}{1000 \text{ mL}} \right) = 7,18 \times 10^{-3} \text{ mol Zn}^{2+} / \text{L}$$

13.35 El ion sulfuro se determina mediante una valoración indirecta con AEDT. A una disolución que contiene 25,00 mL de $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$ 0,04332 M y 15 mL de tampón acetato 1 M (pH 4,5) se le añaden 25,00 mL de disolución problema de sulfuro, mientras se agita vigorosamente. El precipitado de CuS se filtra, y se lava con agua caliente. A continuación se añade amoníaco al filtrado (que contiene exceso de Cu^{2+}) hasta que se observa el color azul del $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$. La valoración con AEDT 0,03927 M requiere 12,11 mL para alcanzar el punto final de la murexida. Calcular la molaridad del sulfuro en el problema.

Respuesta/ 0,02429 mol/L de S^{2-}



$$12,11 \text{ mL} * \frac{0,03927 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}}{1 \text{ mmol AEDT}} * \frac{1 \text{ mmol Cu}^{2+}}{1 \text{ mmol Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}}$$

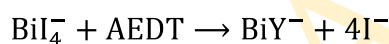
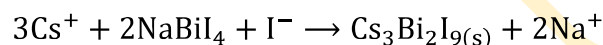
$$* \frac{1 \text{ mmol Cu}(\text{ClO}_4)_2}{1 \text{ mmol Cu}^{2+}} * \frac{\text{L}}{0,04332 \text{ mol Cu}(\text{ClO}_4)_2} = 10,98 \text{ mL}$$

$$(25,00 - 10,98) \text{ mL} * \frac{0,04332 \text{ mol Cu}(\text{ClO}_4)_2}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol S}^{2-}}{1 \text{ mmol Cu}(\text{ClO}_4)_2}$$

$$\div 25,00 \text{ mL} = 0,02429 \text{ mmol S}^{2-} / \text{mL} \Rightarrow \text{mol/L}$$

13.36 El ion cesio no forma un complejo estable con AEDT, pero puede determinarse añadiendo un exceso conocido de NaBiI_4 , en ácido acético concentrado frío y en presencia de exceso de NaI . De esta forma, precipita $\text{Cs}_3\text{Bi}_2\text{I}_9$, que se filtra y desecha. El BiI_4^- en exceso, de color amarillo, se valora con AEDT. El punto final corresponde a la desaparición del color amarillo (se usa tiosulfato sódico en esta reacción para evitar que el I^- se oxide a $\text{I}_{2(\text{ac})}$, de color también amarillo, por el O_2 del aire). La precipitación es francamente selectiva para el Cs^+ . Los iones Li^+ , Na^+ , K^+ , y bajas concentraciones de Rb^+ no interfieren, pero sí el Tl^+ . Suponer que se tratan 25,00 mL de un problema que contiene Cs^+ con 25,00 mL de NaBiI_4 0,08640 M, y que el BiI_4^- que no ha reaccionado precisa 14,24 mL de AEDT 0,0437 M para completar la reacción. Hallar la concentración de Cs^+ en el problema.

Respuesta/ 0,09228 mol/L de Cs^+



$$14,24 \text{ mL} * \frac{0,0437 \text{ mmol AEDT}}{\text{mL}} * \frac{1 \text{ mmol BiI}_4^-}{1 \text{ mmol AEDT}} * \frac{1 \text{ mmol NaBiI}_4}{1 \text{ mmol BiI}_4^-} * \frac{\text{mL}}{0,08640 \text{ mmol NaBiI}_4} = 7,20 \text{ mL}$$

$$(25,00 - 7,20) \text{ mL} * \frac{0,08640 \text{ mmol NaBiI}_4}{\text{mL}} * \frac{3 \text{ mmol Cs}^+}{2 \text{ mmol NaBiI}_4} \div 25,00 \text{ mL} = 0,09228 \text{ mmol Cs}^+/\text{mL} \Rightarrow \text{mol/L}$$