❖ **مناقشة قانون المعايرة:**

① معايرة حمض قوي أحادي الوظيفة بأساس قوي أحادي الوظيفة:

مثال: معايرة حمض كلور الماء بمحلول لهدروكسيد الصوديوم:

معادلة التفاعل الحاصل:

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

المعادلة الأيونيّة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(H_3O^+)} = n_{2(OH^-)}$$
$$1 \times n_{1(HCl)} = 1 \times n_{2(NaOH)}$$
$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

② معايرة حمض قوي ثنائي الوظيفة بأساس قوي أحادي الوظيفة:

مثال: معايرة حمض الكبريت بمحلول لهدروكسيد الصوديوم:

معادلة التفاعل الحاصل:

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

المعادلة الأيونيّة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(H_3O^+)} = n_{2(OH^-)}$$
$$2 \times n_{1(H_2SO_4)} = 1 \times n_{2(NaOH)}$$
$$2 \times C_1.V_1 = C_2.V_2$$

③ معايرة حمض قوي بأساسين قويين:

مثال (1): معايرة حمض الكبريت بمحلول لهدروكسيد الصوديوم ومحلول لهدروكسيد البوتاسيوم:

معادلتي تفاعلي التعديل الحاصلين:

$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$
$$H_2SO_4 + 2KOH \longrightarrow K_2SO_4 + 2H_2O$$

المعادلة الأيونيّة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{(H_3O^+)} = n_{1(OH^-)} + n_{2(OH^-)}$$
$$2 \times n_{(H_2SO_4)} = 1 \times n_{1(NaOH)} + 1 \times n_{2(KOH)}$$
$$2 \times C.V = 1 \times C_1.V_1 + 1 \times C_2.V_2$$

مثال (2): معايرة حمض كلور الماء بمحلول لهدروكسيد الصوديوم ومحلول لهدروكسيد البوتاسيوم:

معادلتي تفاعلي التعديل الحاصلين:

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$
$$HCl + KOH \longrightarrow KCl + H_2O$$

المعادلة الأيونيّة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{(H_3O^+)} = n_{1(OH^-)} + n_{2(OH^-)}$$
$$1 \times n_{(HCl)} = 1 \times n_{1(NaOH)} + 1 \times n_{2(KOH)}$$
$$1 \times C.V = 1 \times C_1.V_1 + 1 \times C_2.V_2$$

④ معايرة أساس قوي بحمضين قويين:

مثال (1): معايرة محلول لهدروكسيد الصوديوم بمحلول لحمض كلور الماء ومحلول لحمض الكبريت:

معادلتي تفاعلي التعديل الحاصلين:

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$
$$H_2SO_4 + 2NaOH \longrightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$$

المعادلة الأيونيّة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(H_3O^+)} + n_{2(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$$
$$1 \times n_{1(HCl)} + 2 \times n_{2(H_2SO_4)} = 1 \times n_{(NaOH)}$$
$$1 \times C_1.V_1 + 2 \times C_2.V_2 = 1 \times C.V$$

مثال (2): معايرة محلول لهدروكسيد الصوديوم بمحلول لحمض كلور الماء ومحلول لحمض الآزوت:

معادلتي تفاعلي التعديل الحاصلين:

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$
$$HNO_3 + NaOH \longrightarrow NaNO_3 + H_2O$$

المعادلة الأيونيّة:

$$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(H_3O^+)} + n_{2(H_3O^+)} = n_{(OH^-)}$$
$$1 \times n_{1(HCl)} + 1 \times n_{2(HNO_3)} = 1 \times n_{(NaOH)}$$
$$1 \times C_1.V_1 + 1 \times C_2.V_2 = 1 \times C.V$$

أ. أسامة الحصري

⑤ معايرة أساس ضعيف بحمض قوي:

مثال: معايرة محلول لهدروكسيد الأمونيوم بحمض كلور الماء:

معادلة التفاعل الحاصل:

$$HCl + NH_4OH \longrightarrow NH_4Cl + H_2O$$

المعادلة الأيونيّة:

$$H_3O^+ + NH_4OH \longrightarrow NH_4^+ + 2H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(H_3O^+)} = n_{2(\mathbf{NH_4OH})}$$

$$1 \times n_{1(HCl)} = 1 \times n_{2(\mathbf{NH_4OH})}$$

$$1 \times C_1.V_1 = 1 \times C_2.V_2$$

⑥ معايرة حمض ضعيف بأساس قوي:

مثال: معايرة حمض الخل بمحلول لهدروكسيد الصوديوم:

معادلة التفاعل الحاصل:

$$CH_3COOH + NaOH \longrightarrow CH_3COONa + H_2O$$

المعادلة الأيونيّة:

$$CH_3COOH + OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$n_{1(\mathbf{CH_3COOH})} = n_{2(OH^-)}$$

$$1 \times n_{1(\mathbf{CH_3COOH})} = 1 \times n_{2(NaOH)}$$

$$1 \times C_1.V_1 = 1 \times C_2.V_2$$

⑦ معايرة ملح بحمض:

مثال (1):

معايرة محلول لملح كربونات الصوديوم بحمض الكبريت

معادلة التفاعل الحاصل:

$$H_2SO_4 + Na_2CO_3 \longrightarrow Na_2SO_4 + CO_2 + H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$2 \times n_{1(H_2SO_4)} = 2 \times n_{2(Na_2CO_3)}$$

$$C_1.V_1 = C_2.V_2$$

مثال (2):

معايرة محلول لملح كربونات الصوديوم بحمض كلور الماء

معادلة التفاعل الحاصل:

$$2HCl + Na_2CO_3 \longrightarrow 2NaCl + CO_2 + H_2O$$

عند بلوغ نقطة نهاية المعايرة يكون:

$$1 \times n_{1(HCl)} = 2 \times n_{2(Na_2CO_3)}$$

$$1 \times C_1.V_1 = 2 \times C_2.V_2$$

ثانوية الحصري