

## التطور التلقائي لمجموعة كيميائية

## الدرس السادس

## Evolution spontanée d'un système chimique

## I. خارج التفاعل و ثابتة التوازن. (تذكير)

## 1. تعريف:

نعتبر التحول الكيميائي المحدود المعبر عنه بالمعادلة الكيميائية التالية:  $aA_{(aq)} + bB_{(aq)} \rightleftharpoons cC_{(aq)} + dD_{(aq)}$  بحيث A و B و C و D أنواع كيميائية، و a و b و c و d معاملات تناسبية.

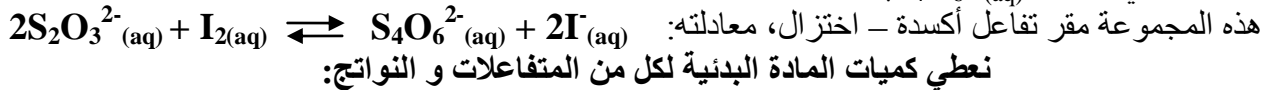
عند درجة حرارة معينة نعبر عن خارج التفاعل  $Q_r$  عند لحظة معينة بالعلاقة جانبه، بحيث أن  $Q_r$  مقدار بدون وحدة، و [A] يمثل عدد بدون وحدة مساويا للقيمة العددية لتركيز النوع الكيميائي A معبر عنه بوحدة  $(mol.L^{-1})$ .

خارج التفاعل عند التوازن  $Q_{r,eq}$  هو القيمة التي يأخذها خارج التفاعل  $Q_r$  عندما تكون المجموعة الكيميائية في حالة توازن، أي عندما تبقى التراكيز الفعلية للأنواع الكيميائية ثابتة، و يمكن تحديدها إما فيزيائيا أو كيميائيا. و نعبر عن خارج التفاعل عند التوازن  $Q_{r,eq}$  بالعلاقة جانبه:

ثابتة التوازن K المقرونة بمعادلة تفاعل كيميائي هي قيمة خارج التفاعل عند حالة التوازن  $Q_{r,eq}$  للمجموعة الكيميائية  $(Q_{r,eq}=K)$ ، وهي مقدار بدون وحدة.

## 2. تحديد قيمة خارج التفاعل:

نعتبر محلولاً مائياً حجمه V، يحتوي على ثنائي اليود  $I_2(aq)$  وأيونات اليودور  $I_{(aq)}$  وأيونات ثيوكبريتات  $S_2O_3^{2-}$  و  $S_4O_6^{2-}$  (aq) وأيونات رباعي ثيونات  $S_4O_6^{2-}$  (aq). هذه المجموعة مقر تفاعل أكسدة - اختزال، معادلته:



$$n(S_2O_3^{2-})_i = 0,30mol \text{ و } n(I_2)_i = 0,20mol \text{ و } n(I)_{i} = 0,50mol \text{ و } n(S_4O_6^{2-})_i = 0,02mol$$

(1) أعط تعبير خارج التفاعل المقرون بهذا التفاعل.

(2) أحسب قيمته عند  $t=0$  وعند اللحظة t حيث  $n(I_2)_t = 0,15mol$ .

نضع الجدول الوصفي أولاً:

معادلة التفاعل			
$2S_2O_3^{2-}(aq) + I_2(aq) \rightleftharpoons S_4O_6^{2-}(aq) + 2I_{(aq)}$			
كميات المادة بالمول (mol)			
			التقدم
			الحالة
			البدئية
			الوسطية
			x

## II. معيار التطور التلقائي لمجموعة كيميائية:

### 1. تعريف التطور التلقائي لمجموعة كيميائية:

نعتبر مجموعة كيميائية في **تطور** إذا كان تركيبها يتغير مع الزمن. كما أن تطورها يكون **تلقائيا** إذا تطورت انطلاقا من حالتها البدئية دون أي تدخل خارجي، وهذا معناه أنها ليست في حالة توازن أي  $Q_{r,i} \neq K$ .

### 2. معيار التطور التلقائي لمجموعة كيميائية:

يمكن تحديد منحنى التطور التلقائي لمجموعة كيميائية بمقارنة قيمة خارج التفاعل البدئي  $Q_{r,i}$  مع قيمة ثابتة التوازن  $K$ . و نميز بين ثلاث حالات و هي كالتالي:



نلخص ما سبق في المخطط التالي:

### 3. تطبيقات:

#### أ. حالة تفاعلات حمض - قاعدة:

### الأسئلة

نحضر خليطا باستعمال أحجاما من المحاليل التالية:

- ◆  $V_1=5\text{mL}$  من محلول حمض الميثانويك  $\text{HCOOH}$  ذو التركيز المولي:  $C_1=3.10^{-2}\text{mol/L}$ .
  - ◆  $V_2=10\text{mL}$  من محلول الأمونياك  $\text{NH}_3$  ذو التركيز المولي:  $C_2=8.10^{-2}\text{mol/L}$ .
  - ◆  $V_3=5\text{mL}$  من محلول حمض ميثانوات الصوديوم ذو التركيز المولي:  $C_3=6.10^{-2}\text{mol/L}$ .
  - ◆  $V_4=10\text{mL}$  من محلول كلورور الأمونيوم  $(\text{NH}_4^+(\text{aq})+\text{Cl}^-(\text{aq}))$  ذو التركيز المولي:  $C_4=4.10^{-2}\text{mol/L}$ .
- نعتبر معادلة التفاعل حمض - قاعدة:  $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{HCOOH}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{HCOO}^-(\text{aq})$
- (1) أعط تعبير خارج التفاعل في الحالة البدئية  $Q_{r,i}$  المقرون بهذا التفاعل، ثم أحسب قيمته.
- (2) أعط تعبير خارج التفاعل عند التوازن ثم أحسب قيمة ثابتة التوازن.

(3) حدد منحى تطور المجموعة الكيميائية.

نعطي عند  $25^{\circ}\text{C}$ :  $\text{pK}_{\text{A}1}(\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-)=3,8$  ;  $\text{pK}_{\text{A}2}(\text{NH}_4^+/\text{NH}_3)=9,2$

## الأجوبة

ب. حالة تفاعلات أكسدة – اختزال:

## الأسئلة

نحضر خليطا باستعمال أحجاما من المحاليل التالية:

- ◆  $V_1=20\text{mL}$  من محلول كلورور الحديد III ذو التركيز المولي:  $C_1=3.10^{-2}\text{mol/L}$ .
- ◆  $V_2=20\text{mL}$  من محلول كبريتات الحديد II ذو التركيز المولي:  $C_2=2.10^{-2}\text{mol/L}$ .
- ◆  $V_3=10\text{mL}$  من محلول كبريتات النحاس ذو التركيز المولي:  $C_3=0,10\text{mol/L}$ .
- ◆ 10g من مسحوق النحاس.

نعطي المزدوجتين:  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}$  و  $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ .

- (1) أكتب معادلة التفاعل المتوقع حدوثه بين النحاس و أيونات الحديد III.
- (2) أعط تعبير خارج التفاعل في الحالة البدئية  $Q_{r,i}$  المقرون بهذا التفاعل، ثم أحسب قيمته.
- (3) حدد منحى تطور المجموعة الكيميائية علما أن قيمة ثابتة التوازن لهذا التفاعل:  $K=3,8.10^{40}$

## الأجوبة