التحولات المحدودة و التامة

1. التفاعلات الحمضية القاعدية

1.1.الحمض ، القاعدة و المزدوجة حمض قاعدة

الحمض هو نوع كيميائي يفقد بروتونا H^+ أثناء تفاعله
القاعدة هي نوع كيميائييكتسب بروتونا H^+ أثناء تفاعله.

كل حمض AH فقد H^+ يتحول للقاعدة A^- وكل قاعدة B اكتسبت بروتزنا تتحول لحمض BH^+ ،

يكون الحمض AH والقاعدة A^- مزدوجة **قاعدة /حمض** رمزها AH/A^- . تكون القاعدة المرافقة للحمض AH.

نومز للمرور من الحمض إلى القاعدة المرافقة اوالعكس بنصف معادلة حمض قاعدة التالية:

$$AH = A^- + H^+ \qquad BH^+ = B + H^+$$

1.2.التفاعل الحمضي القاعدي ومعادلته

يقع التفاعل الحمضي القاعدي بين حمض مزدوجة وقاعدة مزدوجة ثانية. AH/A^- و BH^+/B حسث يتم انتقال بروتون من حمض مزدوجة نحو قاعدة المزدوجة الأخرى.

لكتابة التفاعل نستعين بنصفي المعادلة حيث يكتبان حسب منحى التفاعل:

$$AH \rightarrow A^- + H^+$$

$$B + H^+ \rightarrow BH^+$$

:

$$AH + B \rightarrow A^- + BH^+$$

$$HCl \rightarrow Cl^- + H^+$$

مثال تفاعل غاز كلورور الهيدروجين مع الماء:

$$H_20 + H^+ \rightarrow H_30^+$$

$$HCl + H_20 \rightarrow Cl^- + H_30^+$$

2. pH محلول وقياسه

2.1.تعريف ال pH

بالنسبة للمحاليل المائية المخففة pH المحلول هو عكس اللوغاريتم العشري لعدد حقيقي بدون وحدة يساوي قيمة تركيز أيونات الأكسونيوم . pH=-log[H3O+] . عكسيا $\left[H_3O^+\right] = 10^{-pH}\ mol.L^{-1}$

2.2.قياس ال pH

لقياس pH محلول مائي نستعمل إحدى الطريقتين:

- ورق pH : حيث نضع بصع قطرات المحلول على الورق ثم يتم مقارنة لون الورق مع سلم ألوان. حيث كل لون يشير لقيمة معينة ل pH .
- كما نستعمل جهاز pH متر مدرج. حيث يتم غمر مجسه داخل المحلول فتتم قراءة قيمة pH على العلبة الإلكترونية.

3. التحولات التامة و المحدودة

3.1.تعريف

يكون التفاعل تام إدا اختفى المتفاعل المحِد عند نهاية تطور المجموعة الكيميائية.
يكون التفاعل محدود حينما لا يختفي المتفاعل المحِد عند نهاية التفاعل.
نرمز لتفاعل محدود بالرمز (=) . عند كتابة معادلة التفاعل.
حينما نجهل هل التفاعل تام أو محدود نستعمل الرمز (=) ثم يتم تعويضه بالسهم عند معرفة ان التفاعل تام.

نقول إن المجموعة الكيميائية في حالة توازن كيميائي عند درجة الحرارة T والضغط P حينما تكف تراكيز المتفاعلات والنواتج عن التطور أي تبقى ثابتة، وهو ما يوافق الحالة النهائية للتفاعل.

3.2.تحديد الميزة التامة أو المحدودة للتفاعل

لنتصور تحول كيميائي حيث الحالة البدئية معروفة تماما. يمكن دراسة التقدم ب mol أو $mol.L^{-1}$. التقدم الحجمي، يتم حساب التقدم القصوي x_m باعتبار التفاعل تام .
يتم التعرف تجريبيا على التقدم عند التوازن x_{eq} بحساب كمية مادة أو تركيز أحد المتفاعلات أو النواتج.

إذا كان $x_{eq} = x_{max}$ التحول تام.
إذا كان $x_{eq} < x_{max}$ التحول محدود.
المتفاعل المحِد لم يستهلك كليا، والمجموعة الكيميائية تتوقف عن التطور.
مثال : عند إذابة $1.10^{-2} mol/L$ من حمض الإيثانويك CH_3COOH في لتر من الماء الخالص. معادلة الذوبان هي :
$CH_3COOH + H_20 \rightleftarrows CH_3COO^- + H_30^+$. عند التوازن لدينا : $3,1 < pH < 3,3$.

جدول تطور المجموعة حيث التقدم الحجمي:

$CH_3COOH + H_20 \rightleftarrows CH_3COO^- + H_30^+$					معادلة التفاعل
التركيز ب mol/L				التقدم الحجمي $mol.L^{-1}$	حالة المجموعة
0	0	-	1.0010^{-2}	0	الحالة البدئية
x	x	-	1.0010^{-2}-x	x	الحالة البينية
x_m	x_m	-	1.0010^{-2}-x_m	x_m	الحالة النهائية

لدينا $x_{eq} = \left[H_30^+\right] = 10^{-pH}$ أي $5,0.10^{-4} mol/L < x_{eq} < 7,9.10^{-4} mol/L$.
المتفاعل المحِد هو CH_3COOH . التقدم الحجمي الأقصى هو حل المعادلة $1.10.10^{-2} - x_m = 0$.
أي $x_m = 10^{-2} mol/L$
$x_{eq} < x_m$. العدد الأكبر من جزيئات حمض الإيثانويك لم تتفاعل التحول إذن محدود.
بينما بالنسبة لتفاعل حمض كلورور الهيدروجين HCl في الماء نجد $x_m = x_{eq}$. التحول تام. ومعادلة التفاعل تكتب

$$HCl + H_20 \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

3.3.نسبة التقدم النهائي لتفاعل

نسبة التقدم النهائي (أو عند التوازن) τ لتفاعل هو خارج قسمة التقدم غند التوازن على التقدم القصوي :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_m}$$

إذا كان $\tau = 1$ التحول تام
إذا كان $\tau < 1$ التحول محدود.

4. نمذجة التوازن الكيميائي :

4.1.التأويل الحركي

لنعتبر تحول كيميائي معادلة تفاعله كالتالي : $A+B=C+D$

عند التوازن لا تعرف المجموعة أي تطور أي تغيير في المقادر المراقبة عيانيا.(درجة الحرارة. اللون . التركيز، pH)رغم دلك هناك الرج الحراري ومن المنطقي أن تحدث تصادمات فعالة بين A,B,C,D . ومنه عند التوازن تكون المجموعة الكيميائية مقرا للتفاعلين المتعاكسين التالين.

$$A+B \rightarrow C+D \quad \text{و أيضا} \quad C+D \rightarrow A+B$$

التركيز المولي للأنواع الكيميائية لا يتغير أي في مدة زمنية مثلا تكون كمية مادة النوع A المختفية هو نفسه الذي يظهروهو ما يحدث بالنسبة ل (B,C,D) . التفاعلين المتاعكسين يتمان بنفس السرعة.

يكون التوازن الكيميائي ديناميكيا وهو ما يعني عدم غياب التفاعل ولكن وجود تفاعلين متعاكسين. لهما نفس السرعة

4.2.تبرير الرمز يساوي

بالنسبة لتحول محدود كتابة المعادلة الكيميائية باستعمال الرمز = تعني أن التحول الكيميائي يتم وفق تفاعلين في منحنيين متعاكسين.

تمرين تطبيقي:

تفاعل بين حمض والماء : لدينا محلولين لحمضيين لهما نفس التركيز $C_A=5,0.10^{-2}mol.L^{-1}$.

الأولى لحمض النتريك ذات $pH_1=1,3$ والثانية لحمض البروبانويك ذات $pH_2=3,1$.

1 . أ . أعط صيغة كل من حمض النتريك و حمض البروبانويك

ب حدد المزدوجتين حمض قاعدة المواافقة لهما .

2.أ. أكتب معادلة تفاعل حمض AH مع الماء

ب. أعط جدول تطور المجموعة الكيميائية باستعمال التقدم الحجمي.

3. أ .بالاستعانة بالجدول أثبت أن تفاعل حمض النتريك مع الماء تام.

ب. أكتب المعادلة الكيميائية للتفاعل المنمذج للتحول.

4. أ أحسب التقدم الحجمي القصوي، والتقدم الحجمي عند التوازن ونسبة التقدم النهائي للتفاعل بي حمض البروبانويك والماء.

ب . استنتج واكتب معادلة التفاعل بين الحمض والماء.

5 . أ. يؤدي تفاعل السؤال 4 إلى توازن كيميائي. أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة واحسب تركيزها.

ب. ماهو السب الميكروسكوبي للتوازن الديناميكي.

التمرين رقم 2 . خليط محلولين: لدينا محلول مائي A لحمض الكلوريدريك تركيزه $C_A=5,0.10^{-2}mol.L^{-1}$.

ومحلول مائي B لهدروكسيد الصوديوم تركيزه $C_B=1,2.10^{-2}mol.L^{-1}$.

نضيف لحجم VA=200mL من A حجما VB=300mL من B . نحرك الخليط. فنلاحظ ارتفاع في درجة الحرارة.وبعد عودة درجة الحرارة لقيمتها البدئية نقيس pH حيث نجد 1,9.

1. ما هي المعدات اللازمة لقياس pH.
2. أ أكتب معادلة ذوبان الصودا في الماء

ب أعط صيغة حمض الكلوريدريك.

3.أ. ما الذي يسمح لنا باعتبار حدوث تفاعل عند مزج المحلولين؟

ب . أكتب معادلة التفاعل الحمضي القاعدي بين ايون الهيروكسيد وأيون الهيدرونيوم.

4 . أحسب التركيز البدئي $\left[OH^- \right]i$; $\left[H_3O^+ \right]$i في الخليط . واعط جدول تطور المجموعة باستعمال التقدم الحجمي.

5. أحسب التركيز الحجمي $\left[H_3O^+ \right]_{eq}$.في الخليط عند التوازن. استنتج التقدم الحجمي عند التوازن.

6. أعط التقدم الحجمي القصوي وقارنه مع التقدم الحجمي عند التوازن. ماذا تستنتج؟