التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحيين / Transformations chimiques s'éffectuant dans les deux sens

I ـ التفاعلات الحمضية ـ القاعدية في محلول مائي.

1 ـ المحلول المائي

المحلول المائي خليط متجانس، ناتج عن إذابة نوع كيميائي أو أكثر في الماء.

يسمى الماء **مذيبا** (Solvant) ، والنوع الذي تمت إذابته **مذابا** (Soluté) .

2 ـ نظرية برونشتد للأحماض والقواعد Brönsted

أ ـ الأحماض والقواعد حسب برونشتد

- الحمض نوع كيميائي قادر على تحرير بروتون H^+ رمزه AH أو BH^+.
- القاعدة نوع كيميائي قادر على تثبيت بروتون H^+ رمزه A^- أو B.

ب ـ المزدوجة قاعدة /حمض

يشكل الحمض والقاعدة المرافقة، مزدوجة قاعدة /حمض رمزها AH/A^- ونقرن بها نصف المعادلة حمض ـ قاعدة:

ـ إذا كان HA متفاعل: $HA \rightleftharpoons A^- + H^+$ A^- القاعدة المرافقة

أو: $BH^+ \rightleftharpoons B + H^+$ B القاعدة المرافقة

ـ إذا كانت A- متفاعلة: $A^- + H^+ \rightleftharpoons HA$

أمثلة: * CH_3COOH حمض الإيثانويك، المزدوجة: $CH_3COOH/CH3COO^-$

$CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$

* NH_4^+ أيون الأمونيوم ، المزدوجة: NH_3/NH_4^+

$NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$

ملحوظة: الأمفوليت نوع كيميائي يمكن أن يتصرف كحمض أو كقاعدة.

مثال: الماء

H_2O حمض المزدوجة $H_2O_{(\ell)} / HO^-_{aq}$ نصف معادلتها المرافقة: $H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HO^-_{aq} + H^+$

H_2O قاعدة المزدوجة $H_3O^+_{aq} / H_2O_{(\ell)}$ نصف معادلتها المرافقة: $H_3O^+_{aq} \rightleftharpoons H_2O_{(\ell)} + H^+$

3 ـ التفاعل حمض ـ قاعدة ومعادلته

يتميز التفاعل حمض ـ قاعدة بتبادل بروتون H^+ بين الحمض HA_1 للمزدوجة HA_1 / A_1^- مع القاعدة A_2^- للمزدوجة HA_2 / A_2^-.

نصفي المعادلتين المرافقتين:

$$HA_1 \rightleftharpoons A_2^- + H^+$$
$$A_2^- + H^+ \rightleftharpoons HA_2$$

المعادلة الحصيلة

$$HA_1 + A_2^- \rightleftharpoons HA_2 + A_2^-$$

II ـ تعريف وقياس pH محلول مائي.

1 ـ تعريف pH محلول مائي.

يعرف pH بالنسبة للمحاليل المائية المخففة بالعلاقة $pH = -\log\left[H_3O^+\right]$.

يمثل $\left[H_3O^+\right]$ العدد الذي يقيس تركيز أيونات الأوكسونيوم H_3O^+ في المحلول، ويعبر عنه بالوحدة: $mol.\ell^{-1}$.

إن هذه العلاقة مكافئة ل: $\left[H_3O^+\right] = 10^{-pH}$

تمرين تطبيقي:

نتوفر على أربعة محاليل مائية A، B ، C و D .

- تركيز أيونات الأوكسونيوم في المحلولين A و B، تباعا، هو:

$[H_3O^+]_A = 2,0.10^{-3} mo_{\ell\cdot\ell}^{-1}$ ، $[H_3O^+]_B = 5,1.10^{-5} mo_{\ell\cdot\ell}^{-1}$

- pH المحلولين C و D ، تباعا، هو: $pH_C = 2,8$ و $pH_D = 8,9$.

1 - ما pH المحلولين A و B؟

2 - ماقيمة تركيز الأيونات H_3O^+ في المحلولين C و D ؟

3 - كيف يتغير تركيز الأيونات H_3O^+ عند تزايد قيمة pH ؟

تذكير لبعض خاصيات الدالة اللوغريتمية

$\log 10 = 1$

$\log 1 = 0$

$\log a.b = \log a + \log b$

$\log \frac{a}{b} = \log a - \log b$

$\log 10^x = x \log 10 = x$

$y = 10^x \Leftrightarrow x = \log y$

.....

.....

.....

.....

2 - قياس pH محلول مائي:

يمكن إنجاز قياس pH تقريبي لمحلول بواسطة ورق pH أو بواسطة الكواشف الملونة، ولأنجاز قياس أدق نستعمل مقياس pH - متر.

III - التحولات الكلية وغير الكلية

1 - إبراز تحول غير كلي

نعتبر محلولا مائيا لحمض الإيثانويك (CH_3COOH) حجمه V = 500mL وتركيزه $C = 3,5.10^{-2} mo\ell.L^{-1}$.

أعطى قياس pH المحلول القيمة pH = 3,10 .

استثمار:

1 - اكتب معادلة التفاعل حمض - قاعدة الذي يحدث بين حمض الإيثانويك والماء.

2 - حدد انطلاقا من قيمة pH ، التقدم النهائي.

3 - قارن التقدم النهائي والتقدم الأقصى. ماذا تستنتج؟

.....

.....

المعادلة الكيميائية					
حالة المجموعة	تقدم التفاعل	كميـــــات المـــــادة بالمـــــول			
الحالة البدئية	0				
الحالة البينية	X				
الحالة النهائية	X_E				

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

خلاصة:

التحول غير الكلي أو المحدود، تحول يتوقف تطوره دون اختفاء كلي لأي متفاعل من المجموعة الكيميائية.
بالنسبة لتحول محدود، تكون قيمة التقدم النهائي X_f أصغر من قيمة التقدم الأقصى للتفاعل X_{max} : $X_f < X_{max}$

2 ـ نسبة التقدم النهائي τ

نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل كيميائي هي خارج قسمة التقدم النهائي X_f على التقدم الأقصى X_{max} لهذا التفاعل: $\tau = \frac{X_f}{X_{max}}$

τ: مقدار بدون وحدة يمكن التعبير عنه بالنسبة المئوية.
إذا كان $\tau = 1$ أي $X_f = X_{max}$ يكون التفاعل أو التحول كلي.
مثال:
ذوبان غاز كلورور الهيدروجين $(HC\ell_{(g)})$ في الماء: $HC\ell_{(g)} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow H_3O^+_{aq} + C\ell^-_{aq}$
هذا التحول كلي بحيث نجد $X_f = X_{max}$ وبالتالي $\tau = 100\%$.
في النشاط السابق نجد:

$\tau =$ ——— $=$ ——— $=$ .....

أي أن .....من حمض الإيثانويك هي التي تفاعلت مع الماء أي التفاعل .....

3 ـ منحى تطور مجموعة كيميائية

في النشاط السابق، أدت إضافة كمية صغيرة من حمض الإيثانويك الخالص لمحلول حمض الإيثانويك إلى تناقص pH المحلول، أي حدث تطور المجموعة الكيميائية في منحى تكون أيونات الأوكسونيوم H_3O^+:

$$CH_3COOH_{aq} + H_2O_{(\ell)} \rightarrow CH_3COO^-_{aq} + H_3O^+_{aq}$$

إذا أضفنا كمية من أيونات CH_3COO^- يؤدي إلى تزايد pH أي تناقص تركيز الأيونات H_3O^+ ويحدث تطور المجموعة في منحى اختفاء H_3O^+، ويسمى هذا المنحى بالمنحى المعاكس للتفاعل:

$$CH_3COO^-_{aq} + H_3O^+_{aq} \rightarrow CH_3COOH_{aq} + H_2O_{(\ell)}$$

نستنتج أن التفاعل الموافق لهذا التحول يحدث في المنحيين:

$$CH_3COOH_{aq} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{aq} + H_3O^+_{aq}$$

بصفة عامة، يقترن بكل تحول كيميائي محدود، تفاعل يحدث في المنحيين نعبر عنه بالمعادلة الكيميائية التالية:

$$A + B \rightleftharpoons C + D$$

تمرين تطبيقي:

نحضر، بالتخفيف، حجما V من محلول حمض الإيثانويك CH_3CO_2H تركيزه المولي: $C = 0{,}10 mo\ell.\ell^{-1}$.
1 ـ اكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك والماء.
2 ـ تساوي موصلية المحلول $\sigma = 4{,}9.10^{-1} mS.m^{-1}$. احسب تراكيز مختلف الأيونات في المحلول.
نعطي: الموصليات المولية الأيونية عند 25°C : $\lambda_{CH_3CO_2^-} = 4{,}1 mS.m^2.mo\ell^{-1}$, $\lambda_{H_3O^+} = 35 mS.m^2.mo\ell^{-1}$
3 ـ احسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل. استنتج.
4 ـ احسب قيمة pH المحلول.

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....