Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

3

التحولات الكيميائية التي تحدث في منحيين

Transformations chimiques s'effectuant dans les deux sens

I – التحولات حمض – قاعدة :

1 – تعريف الحمض و القاعدة حسب برونشتد :

- الحمض حسب برونشتد هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ خلال التحول الكيميائي.

- القاعدة حسب برونشتد هي كل نوع كيميائي قادر على اكتساب بروتون H^+ خلال التحول الكيميائي.

2 – المزدوجة قاعدة / حمض :

عندما يفقد الحمض HA بروتون H^+ ينتج عنه قاعدة مرافقة A^- .

عندما تكتسب القاعدة A^- بروتون H^+ ينتج عنه حمض مرافق HA .

إذن المزدوجة قاعدة / حمض هي مجموعة مكونة من الحمض HA و القاعدة المرافقة له و نقرن بها نصف معادلة تفاعل حمض – قاعدة

HA : متفاعل $\quad HA \rightleftharpoons A^- + H^+$

HA : ناتج $\quad A^- + H^+ \rightleftharpoons HA$

❖ تطبيق :

أكتب نصف المعادلات للمزدوجات قاعدة / حمض التالية :

$HCO_{3\,(aq)}^- / CO_{3\,(aq)}^{2-}$ و $(CO_2, H_2O)_{(aq)} / HCO_{3\,(aq)}^-$ و $H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$ و $H_2O_{(l)} / OH^-_{(aq)}$:

$$HCO_{3\,(aq)}^- \rightleftharpoons CO_{3\,(aq)}^{2-} + H^+_{(aq)}$$

$$CO_2, H_2O_{(aq)} \rightleftharpoons HCO_{3\,(aq)}^- + H^+_{(aq)}$$

$$H_3O^+_{(aq)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)} + H^+_{(aq)}$$

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons OH^-_{(aq)} + H^+_{(aq)}$$

❖ ملحوظة :

الأمفوليت ampholyte : نوع كيميائي يلعب دور الحمض و القاعدة حسب الظروف التجريبية.

3 – التحولات حمض – قاعدة :

التحول حمض قاعدة هو تحول يتم خلاله تبادل بروتوني H^+ بين حمض المزدوجة HA_1 / A_1^- و قاعدة مزدوجة أخرى HA_2 / A_2^- :

$$HA_1 \rightleftharpoons A_1^- + H^+$$

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

$$HA_1 + A_2^- \longrightarrow A_1^- + HA_2$$

❖ تطبيق :

أكتب معادلة التفاعل التي يمكن أن تحدث بين :

أ – حمض المزدوجة $CH_3COOH_{(aq)} / CH_3COO^-_{(aq)}$ و قاعدة المزدوجة $NH_{4(aq)}^+ / NH_{3(aq)}$.

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

ب – حمض المزدوجة $H_3O^{+}{}_{(aq)} / H_2O_{(l)}$ و قاعدة المزدوجة $NH^{+}_{4(aq)} / NH_{3(aq)}$.

II – pH محلول مائي :

1 – المحلول المائي :

المحلول المائي خليط متجانس نحصل عليه بإذابة نوع كيميائي (جزيئي أو أيوني) صلب أو سائل أو غاز في الماء.

- يسمى الماء بالمذيب.

- يسمى النوع الكيميائي المذاب.

- في محلول مائي تعويض البروتون H^+ بأيونات الأوكسونيوم H_3O^+ .

2 – تعريف pH محلول مائي :

تتعلق الميزة الحمضية و القاعدية لمحلول مائي بالتركيز المولي لأيونات الأوكسونيوم حيث H_3O^+ حيث :

$$10^{-14}\,momll^{-1} < [H_3O^+] < 10^{-1}\,mol.l^{-1}$$

و يعتبر هذا المجال جد واسع يصعب استعماله لهذا ندرج الدالة اللوغاريتمية العشرية للحصول على مقدار عملي.

✓ تعريف :

pH محلول مائي مقدار فيزيائي مقدار بدون وحدة يعبر عن حمضية أو قاعدية المحلول حيث : $0 < pH < 14$

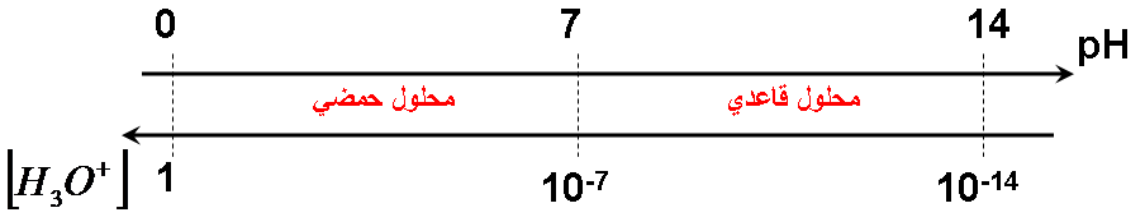
بالنسبة للتراكيز الضعيفة ذات التركيز $[H_3O^+] > 5.10^{-2}\,mol.l^{-1}$ يعبر عن pH بالعلاقة : $\boxed{pH = -\log[H_3O^+]}$

حيث يمثل $[H_3O^+]$ عدد مساوي لتركيز أيونات الأوكسونيوم H_3O^+ معبر عنه وبحدة $mol.l^{-1}$ يمكن استعمال كذلك العلاقة :

$$\boxed{[H_3O^+] = 10^{-pH}}$$

❖ ملحوظة :

عندما تزداد قيمة pH ينقص تركيز أيونات H_3O^+ و العكس صحيح .



3 – قياس pH محلول مائي :

أ – استعمال الكواشف الملونة :

الكواشف الملونة عبارة عن مزدوجة قاعدة / حمض يتعلق لونها بقيمة pH المحلول المائي المستعمل.

❖ مثال :

أزرق البروموتيمول يأخذ لون أصفر في محلول ذي pH < 6 و لون أزرق في محلول ذي pH > 7,6 و لون أخضر في المجال $[6 – 7,6]$ و هذا المجال يسمى بمنطقة انعطاف الكاشف الملون .ب

ب – استعمال ورق pH :

ورق pH مشرب (مبلل) بعدة كواشف ملونة يأخذ ألوان مختلفة حسب قيمة pH المحلول المائي المستعمل و تضم علبة ورق pH سلما للألوان تقابل كل لون قيمة pH معينة.

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

ج – استعمال جهاز pH – متر :

يتكون جهاز pH متر من مجس يتكون من غالبا من إلكترود مركب من إلكترود مرجعي ذو جهد ثابت و إلكترود من الزجاج للقياس.

يمكن فرق الجهد الكهربائي من قياس pH حيث $U = a - bpH$ مع a و b معاملان موجبان يتعلقان بدرجة الحرارة و حالة الإلكترود المركب.

❖ كيفية استعمال جهاز pH – متر :

- يجب غسل الإلكترود المركب بالماء المقطر قبل أي استعمال .

- تعيير جهاز pH – متر بمحلول عيار إذا كان المحلول حمضي نستعمل محلول pH = 4 إذا كان المحلول قاعدي نستعمل محلول عيار pH = 9 .

- بعد انتهاء القياسات نغسل الإلكترود المركب بالماء المقطر ثم نضعها في غمدها الوقائي.

❖ دقة القياس :

نعتبر محلول مائيا حيث يعطي قياس pH المحلول القيمة pH = 3,2 علما أن هذا القياس يصاحبه ارتياب $\Delta pH = 0,05$:

❖ تركيز أيونات H_3O^+ :

$$\left[H_3O^+\right] = 10^{-pH} = 10^{-3,2}$$

$$\left[H_3O^+\right] = 6,310^{-4} mol.l^{-1}$$

❖ الارتياب المطلق $\Delta\left[H_3O^+\right]$:

لدينا

$$3,15 \le pH \le 3,25$$

$$-3,15 \le -pH \le -3,25$$

$$10^{-3,25} \le 10^{-pH} \le 10^{-3,15}$$

$$5,623.10^{-4} mol.l^{-1} \left[H_3O^+\right] \le 7,079.10^{-4} mol.l^{-1}$$

$$\Delta\left[H_3O^+\right] = \frac{7,079.10^{-4} - 5,623.10^{-4}}{2} = 0,7.10^{-4} mol.l^{-1}$$

$$\Delta\left[H_3O^+\right] = (6,3 \pm 0,7).10^{-4} mol.l^{-1}$$

❖ الإرتياب النسبي $\frac{\Delta\left[H_3O^+\right]}{\left[H_3O^+\right]}$:

$$\frac{\Delta\left[H_3O^+\right]}{\left[H_3O^+\right]} = \frac{0,7.10^{-4}}{6,3.10^{-4}} = 0,11 = 11\%$$

❖ تطبيق :

III – التحولات الكلية و التحولات المحدودة (غير الكلية) :

1 – التحول الكلي :

نذيب $3,5.10^{-2} mol$ من غاز كلورور الهيدروجين في $V = 1l$ من الماء فنحصل على محلول حمض الكلوريدريك تركيزه $C_1 = 3,5.10^{-2} mol.l^{-1}$ و $pH = 1,45$ و نعبر عن هذا التحول بالمعادلة التالية :

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

$$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Cl^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

كمية المادة الموجودة في $V_1 = 100ml$ من المحلول :

$$n_i(HCl) = C_1V_1 = 3{,}5.10^{-2} \times 100.10^{-3} = 3{,}5.10^{-3}mol$$

ننشئ جدول التقدم :

معادلة التفاعل		$HCl_{(aq)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow Cl^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كمية المادة ب mol			
الحالة البدئية	0	C_1V_1	وفير	0	0
خلال التفاعل	x	$C_1V_1 - x$	وفير	x	x
حالة اختفاء كلي HCl	X_{max}	$C_1V_1 - x_{max}$	وفير	X_{max}	X_{max}
الحالة النهائية	x_f	$C_1V_1 - x_f$	وفير	x_f	x_f

❖ التقدم الأقصى X_{max} :

الماء موجود بوفرة و المتفاعل المحد هو غاز HCl :

$$n_i(HCl) - x_{max} = 0$$

$$x_{max} = C_1V_1 \quad \Rightarrow \quad x_{max} = 3{,}5.10^{-3}mol$$

❖ التقدم النهائي x_f

لدينا $[H_3O^+]_f = 10^{-pH} = 10^{-1{,}45} = 3{,}5.10^{-2}mol$

نلاحظ : $[H_3O^+]_f = C_1$

و لدينا من خلال الجدول : $n_f(H_3O^+) = x_f$

$$[H_3O^+]_f.V_1 = x_f$$

$$x_f = 3{,}5.10^{-2} \times 100.10^{-3} = 3{,}5.10^{-3}mol$$

نلاحظ : $x_f = x_{max}$

✓ التحول الكلي : تحول يتوقف تطوره بإختفاء كلي لأحد المتفاعلات على الأقل و تكون قيمة التقدم النهائي x_f مساوية لقيمة التقدم الأقصى x_{max} : $x_f = x_{max}$

2 – التحول المحدود :

نذيب 2 ml من حمض الإيثانيوك الخالص في $1l$ من الماء فنحصل على محلول تركيزه $C_2 = 3{,}5.10^{-2}mol.l^{-1}$ و نقيس pH = 3,1

نعبر عن هذا التحول بالمعادلة التالية :

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

نحدد كمية المادة الموجودة في $V_2 = 100ml$

$$n_i(CH_3COOH) = C_2V_2 = 3{,}5.10^{-2} \times 100.10^{-3} = 3{,}5.10^{-3}mol$$

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

ننشئ جدول التقدم :

معادلة التفاعل		$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$			
حالة التفاعل	تقدم التفاعل	كمية المادة ب mol			
الحالة البدئية	0	C_2V_2	وفير	0	0
خلال التفاعل	x	$C_2V_2 - x$	وفير	x	x
الحالة النهائية	x_f	$C_2V_2 - x_f$	وفير	x_f	x_f

❖ التقدم الأقصى X_{max} :

الماء موجود بوفرة إذا فترضنا أن التحول فإن المتفاعل المحد هو حمض الإيثانيوك :

$$n_i(CH_3COOH) - x_{max} = 0$$

$$x_{max} = C_2V_2 \quad \Rightarrow \quad x_{max} = 3{,}5.10^{-3}\,mol$$

❖ التقدم النهائي x_f

لدينا $$\left[H_3O^+\right]_f = 10^{-pH} = 10^{-3{,}1} = 7{,}9.10^{-4}\,mol$$

نلاحظ : $$\left[H_3O^+\right]_f < C_2$$

و لدينا من خلال الجدول : $$n_f(H_3O^+) = x_f$$

$$\left[H_3O^+\right]_f.V_2 = x_f$$

$$x_f = 7{,}9.10^{-4} \times 100.10^{-3} = 7{,}9.10^{-5}\,mol$$

نلاحظ : $$x_f < x_{max}$$

✓ التحول الكلي : تحول يتوقف تطوره دون إختفاء كلي لأي متفاعل حيث تكون قيمة التقدم النهائي x_f أصغر لقيمة التقدم الأقصى x_{max} : $x_f < x_{max}$

3 – نسبة التقدم النهائي (معامل التفكك) :

نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل كيميائي هي خارج قسمة التقدم النهائي x_f على التقدم الأقصى x_{max} لهذا التفاعل : $\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}}$

τ مقدار بدون وحدة يمكن التعبير عنه بالنسبة المئوية.

❖ أمثلة :

- في حالة تحول غاز كلورور الهيدروجين $HCl_{(g)}$ مع الماء $x_f = x_{max} = 3{,}5.10^{-3}\,mol$.

$\tau = 1 = 100\%$ نقول أن HCl حمض قوي (جميع الجزيئات تفككت في الماء)

- في حالة حمض الإيثانيوك CH_3COOH مع الماء $x_f < x_{max}$.

$\tau = \dfrac{x_f}{x_{max}} = \dfrac{7{,}9.10^{-5}}{3{,}5.10^{-3}} = 0{,}02 = 2\%$ نقول أن حمض الإيثانيوك حمض ضعيف (2% فقط من الجزيئات تفككت في الماء)

❖ ملحوظة :

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

- تحول كلي $\tau = 1$

- تحول محدود $\tau < 1$

❖ تطبيق :

4 – منحى تطور مجموعة كيميائية :

نصب في كأس (1) و (2) 20 ml من محلول حمض الإيثانويك ثم نقيس pH = 3,4

- نضيف في كأس (1) قطرتين من حمض الإيثانويك الخالص فنجد : pH = 3,16

- نذيب في كأس (2) 0,5 g إيثانوات الصوديوم اللامائي فنجد pH = 3,9

✓ في كأس (1) نلاحظ تناقص pH أي تزايد أيونات H_3O^+ مما يدل على تطور المجموعة في نفس المنحى المباشر :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \xrightarrow{(1)} CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

✓ في كأس (2) نلاحظ تزايد pH أي تناقص أيونات H_3O^+ مما يدل على تطور المجموعة في المنحى المعاكس :

$$CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)} \xrightarrow{(2)} CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(aq)}$$

بما أن تحول حمض الإيثانويك و الماء تحول محدود نستنتج أن التحول يحدث في منحيين :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

❖ بصفة عامة :

نقرن كل تحول كيميائي محدود تحول يحدث في المنحيين.

5 – حالة توازن مجموعة كيميائية :

عندما يكون التحول الكيميائي محدود تُكَوِنُ الحالة النهائية للمجموعة حالة توازن كيميائي و تتميز بتزامن وجود جميع المتفاعلات و النواتج و كمية مادتها ثابتة مع الزمن.

6 – التفسير الميكروسكوبي لحالة التوازن :

$$CH_3COOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \underset{(2)}{\overset{(1)}{\rightleftharpoons}} CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$$

خلال تفاعل الحمض مع الماء يتناقص تركيز الحمض فتقل التصادمات بين جزيئات الحمض و الماء و تنقص السرعة V_1 لتكون نواتج التفاعل في المحى (1) في حين يؤدي تزايد تركيز CH_3COO^- و H_3O^+ إلى ترجيح التفاعل في المنحى (2) فتزداد السرعة V_2 حتى تصل المجموعة الكيميائية إلى حالة توازن كيميائي عندما يحدث التفاعل في المنحيين (1) و (2) بنفس السرعة $(V_1 = V_2)$ نقول أن التوازن الكيميائي ديناميكي (حركي).

❖ تطبيق :

Talamidi.com تم تحميل هذا الملف من موقع

المعجم العلمي

محلول مائي	Solution aqueuse	ارتياب مطلق	Incertitude absolue
ارتياب نسبي	Incertitude relative	تقدم أقصى	Avancement maximal
تحول كلي	Transformation totale	تقدم نهائي	Avancement final
تقدم محدود	Transformation limitée	خالص	pur
نوتزن كيميائي	Equilibre chimique	لا مائي	Anhydre
ذوبان	Dissolution	مذيب	Solvent
إلكترود	Electrode	مذاب	Soluté
مرافق	Conjugué	تبادل	Echange
كاشف ملون	Indicateur coloré	انعطاف	Zone de virage
إكترود	Electrode combinée	حصيلة	Bilan
نسبة التقدم النهائي	Taux d’avancement final	منحى مباشر	Sens direct
منحى معاكس	Sens inverse		