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

ذ . هشام محجر

* نسمي حمضا ، حسب برونشتد ، كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ خلال تحول كيميائي .
* نسمي قاعدة ، حسب برونشتد ، كل نوع كيميائي قادر على اكتساب بروتون H^+ خلال تحول كيميائي .
* المزدوجة قاعدة / حمض هي عبارة عن زوج مكون من حمض و قاعدة مترافقين . وتعرف بنصف المعادلة حمض – قاعدة : $BH^+ \rightleftharpoons B + H^+$ أو $HA \rightleftharpoons A^- + H^+$.
* نسمي أمفوليت كل نوع كيميائي يلعب دور حمض في مزدوجة و دور قاعدة في مزدوجة أخرى.
* التحول حمض – قاعدة تفاعل يتم خلاله تبادل بروتونات H^+ بين حمض وقاعدة.
* المحلول المائي خليط سائل متجانس ، ناتج عن إذابة مذاب (نوعى كيميائي أو أكثر) في المذيب (الماء) .
* بالنسبة للمحاليل المائية ذات التراكيز الضعيفة : $pH = -log[H_3O^+]$ و $[H_3O^+] = 10^{-pH}$
* قياس pH محلول مائي مفيد جدا ، فهو يمكن من تحديد $[H_3O^+]$ ، وكذلك الحالة النهائية لتفاعل كيميائي .
* التحول الكلي: تحول يتوقف تطوره باختفاء كلي لأحد المتفاعلات على الأقل في المجموعة الكيميائية $x_{max} = x_f$
* التحول غير الكلي: تحول يتوقف تطوره دون اختفاء كلي لأي متفاعل من المجموعة الكيميائية $x_f < x_{max}$.
* نسبة التقدم النهائي τ لتفاعل كيميائي هي : $\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$
* عند الحالة النهائية لتحول غير كلي ، تتوقف المجموعة الكيميائية عن التطور وتتميز بوجود جميع المتفاعلات و النواتج بنسب ثابتة ، وبعدم تغير كمية مادتها على المستوى الماكروسكوبي مع مرور الزمن ، تسمى هذه الحالة : حالة التوازن الديناميكي .

تمرين 1 :

1- أتمم كتابة صيغ المزدوجات التالية :

أ- $H_2O/\ldots\ldots\ldots$ ب- $NH_4^+/\ldots\ldots\ldots$

ج- $PO_4^{3-}/\ldots\ldots\ldots$ د- $H_2O/\ldots\ldots\ldots$

ه- $HCOO^-/\ldots\ldots\ldots$ و- $RCOOH/\ldots\ldots\ldots$

ز- $RNH_2/\ldots\ldots\ldots$ ن- $H_2PO_4^-/\ldots\ldots\ldots$

ح- $HCO_3^-/\ldots\ldots\ldots$ ط- $HCO_3^-/\ldots\ldots\ldots$

2- اكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين – أ - و – د - ثم بين – ب - و – ه - ثم بين – ج - و – ن - .

3- اكتب صيغ المزدوجات المتدخلة في التفاعلات التالية :

أ - $CH_3CO_2^- + HCN \rightarrow CH_3CO_2H + CN^-$

ب- $H_2PO_4^- + NH_3 \rightarrow HPO_4^{2-} + NH_4^+$

ج- $2HCO_3^- \rightarrow (CO_2, H_2O) + CO_3^{2-}$

د- $HClO + CH_3NH_2 \rightarrow ClO^- + CH_3NH_3^+$

تمرين 2 :

أتمم ملأ الجدول في الحالتين التاليتين :

1-

$[H_3O^+]$ $(mol.L^{-1})$	10^{-3}	5.10^{-3}	$2,5.10^{-8}$	$1,8.10^{-11}$
pH				

2-

pH	2	3,4	5,7	9,3	12,5
$[H_3O^+]$ $(mol.L^{-1})$					

تمرين 3 :

pH محلول حمض الكلوريدريك (H_3O^+, Cl^-) هو $pH = 3$.

1- احسب تركيز $[H_3O^+]$ و $[Cl^-]$ في المحلول .

2- نخفف المحلول عشر مرات بإضافة الكمية اللازمة من الماء الخالص.

2-1- احسب التركيز الجديد لـ $[H_3O^+]$ و $[Cl^-]$.

2-2- استنتج قيمة pH المحلول المخفف.

2-3- ما تأثير التخفيف على pH محلول مائي ؟

تمرين 4 :

نعتبر محلولا مائيا لحمض الفلوريدريك (H_3O^+, F^-) تركيزه $C = 9,8.10^{-3}\ mol.L^{-1}$ و حجمه $V = 1\ L$ ذي $pH = 2,6$.

1- أنشئ جدول تقدم التفاعل ثم حدد قيمة x_{max} للتفاعل.

2- حدد قيمة x_f للتفاعل الحاصل في المحلول.

3- استنتج قيمة نسبة التقدم النهائي τ للتفاعل.

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

ذ . هشام محجر

تمرين 5 :

نتوفر على محلول مائي **لحمض النيتري** (HNO_2) ، تركيزه $C = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ و حجمه $V = 50mL$.
علما أن النسبة النهائية لتقدم تفاعل هذا الحمض مع الماء هو 22% .

1- اكتب معادلة هذا التفاعل .
2- احسب x_{max} التقدم الأقصى للتفاعل .
3- احسب x_f التقدم الأقصى للتفاعل .
4- استنتج قيمة pH المحلول.

تمرين 6 :

باعتبار لتر واحد من الماء الخالص وعند $25°C$ ، تكون قيمة $pH = 7$.

1- اكتب معادلة التحلل البروتوني للماء .
2- احسب كمية المادة البدئية الماء .
3- أنشئ جدول التقدم ثم استنتج قيمة x_{max} و x_f .
4- احسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل . ماذا تستنتج ؟

نعطي : $M(H_2O) = 18\ g.mol^{-1}$
والكتلة الحجمية $\rho_{الماء} = 1kg.L^{-1}$

تمرين 7 :

نذيب قرصا من الأسبرين (للتبسيط نرمز له بـ HA) كتلته $m = 500mg$ في حجم $V = 100mL$ من الماء الخالص. قياس pH المحلول المحصل عليه أعطى $pH = 2,6$.

1- اكتب معادلة التفاعل حمض – قاعدة بين الأسبرين والماء.
2- حدد التركيز النهائي لـ H_3O^+ في المحلول.
3- حدد كمية المادة البدئية للأسبرين في القرص.

نعطي الكتلة المولية للأسبرين $M = 180g.mol^{-1}$

4- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل.
5- حدد التقدم النهائي للتفاعل.
6- حدد التركيز المولي للأسبرين عند نهاية التفاعل.

تمرين 8 :

نذيب حجما V من **غاز كلورور الهيدروجين** HCl في الماء للحصول على **محلول مائي** S **لحمض الكلوريدريك** حجمه $V_T = 2L$. pH المحلول هو $pH = 2$.

معادلة الذوبان هي

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

1- احسب تركيز $[H_3O^+]$ و $[Cl^-]$ في المحلول S .
2- نسبة التقدم النهائي للتفاعل هي $\tau = 100\%$.
2-1- أنشئ جدول التقدم واحسب قيمة x_f .
2-2- احسب الحجم V لكلورور الهيدروجين عند $25°C$.

نعطي $V_m = 24L.mol^{-1}$ عند $25°C$.

تمرين 9 :

نتوفر على محلول مائي لحمض HA تركيزه $C = 10^{-x}\ mol.L^{-1}$. يعطي قياس pH هذا المحلول القيمة $pH = x$.

1- بين أن τ لتفاعل الحمض HA مع الماء هي $\tau = 100\%$.
2- اكتب معادلة هذا التفاعل .
3- بين بالنسبة لتفاعل محدود (حمض ضعيف) يكون $pH > x$.

تمرين 9 :

نريد تحضير محلول مائي S مخفف **لحمض الميثانويك** $HCOOH$ تركيزه $C = 5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$ وذلك بتخفيف محلول تجاري S_0 يحمل الإشارات التالية :

- كثافة المحلول : $d = 1,22$
- نسبة حمض الميثانويك : $p = 94,3\%$

1- احسب التركيز C_0 للمحلول التجاري .
2- حدد الحجم V_0 اللازم تخفيفه لتحضير $1L$ من المحلول المخفف S .
3- علما أن نسبة التقدم النهائي لتفاعل **حمض الميثانويك** في المحلول S هي $5,6\%$.
احسب pH المحلول S .

نعطي :
$M(C) = 12g/mol$
و $M(O) = 16g/mol$
و $M(H) = 1\ g/mol$
و الكتلة الحجمية للماء $\rho_{الماء} = 1kg.L^{-1}$