

# التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحنيين

## Transformations chimiques s'effectuant dans les deux sens

- \* نسمي حمضا ، حسب برونشستد ، كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون  $H^+$  خلال تحول كيميائي .
- \* نسمي قاعدة ، حسب برونشستد ، 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 (نوع 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  $\tau$  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 ، وبعد تغير كمية مادتها على المستوى الماكروسكوبي مع مرور الزمن ، تسمى هذه الحالة : حالة التوازن الديناميكي .

-2

| pH                                   | 2 | 3, 4 | 5, 7 | 9, 3 | 12, 5 |
|--------------------------------------|---|------|------|------|-------|
| $[H_3O^+]$<br>(mol.L <sup>-1</sup> ) |   |      |      |      |       |

### تمرين 3 :

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

- احسب تركيز  $[H_3O^+]$  و  $[Cl^-]$  في المحلول .
- نخفف المحلول عشر مرات بإضافة الكمية اللازمة من الماء الخالص .
- احسب التركيز الجديد لـ  $[H_3O^+]$  و  $[Cl^-]$  .
- استنتج قيمة pH المحلول المخفف .
- ما تأثير التخفيف على pH محلول مائي ؟

### تمرين 4 :

نعتبر محلولاً مائياً لحمض الفلوريدريك ( $H_3O^+, F^-$ ) تركيزه  $C = 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$  و حجمه  $V = 1 \text{ L}$  ذي  $pH = 2,6$  .

- أنشئ جدول تقدم التفاعل ثم حدد قيمة  $x_{max}$  للتفاعل .
- حدد قيمة  $x_f$  للتفاعل الحاصل في المحلول .
- استنتج قيمة نسبة التقدم النهائي  $\tau$  للتفاعل .

### تمرين 1 :

1- أتم كتاب صيغ المزدوجات التالية :

- أ-  $NH_4^+ / \dots\dots\dots$  ب-  $H_2O / \dots\dots\dots$
  - ج-  $H_2O / \dots\dots\dots$  د-  $PO_4^{3-} / \dots\dots\dots$
  - هـ-  $RCOOH / \dots\dots\dots$  و-  $HCOO^- / \dots\dots\dots$
  - ز-  $H_2PO_4^- / \dots\dots\dots$  ن-  $RNH_2 / \dots\dots\dots$
  - ح-  $HCO_3^- / \dots\dots\dots$  ط-  $HCO_3^- / \dots\dots\dots$
- 2- اكتب معادلة التفاعل بين المزدوجتين - أ - و - د - ثم بين - ب - و - هـ - 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 ملاً الجدول في الحالتين التاليتين :

1-

|                                      |           |                   |                     |                      |
|--------------------------------------|-----------|-------------------|---------------------|----------------------|
| $[H_3O^+]$<br>(mol.L <sup>-1</sup> ) | $10^{-3}$ | $5 \cdot 10^{-3}$ | $2,5 \cdot 10^{-8}$ | $1,8 \cdot 10^{-11}$ |
| pH                                   |           |                   |                     |                      |

# التحولات الكيميائية التي تحدث في المنعدين

## Transformations chimiques s'effectuant dans les deux sens

الجزء الثاني : التحولات  
غير الكلية لمجموعة كيميائية  
الوحدة 3  
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  $25^\circ C$  ، تكون قيمة  $pH = 7$  .

- 1- اكتب معادلة التحلل البروتوني للماء .
- 2- احسب كمية المادة البدئية للماء .
- 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  $\rho_{\text{الماء}} = 1kg.L^{-1}$

### تمرين 7 :

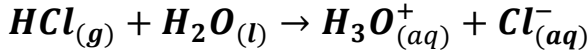
نذيب قرصا من الأسبرين (للتبسيط نرمز له بـ  $HA$ ) كتلته  $m = 500mg$  في حجم  $V = 100mL$  من الماء الخالص . قياس  $pH$  المحلول المحصل عليه أعطى  $pH = 2,6$  .

- 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 .
- 4- نعطي الكتلة المولية للأسبرين  $M = 180g.mol^{-1}$  .
- 5- أنشئ الجدول الوصفي لتقدم التفاعل .
- 6- 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



- 1- احسب تركيز  $[H_3O^+]$  و  $[Cl^-]$  في المحلول  $S$  .
- 2- نسبة التقدم النهائي للتفاعل هي  $\tau = 100\%$  .
- 1-2- أنشئ جدول التقدم واحسب قيمة  $x_f$  .
- 2-2- احسب الحجم  $V$  لكلورور الهيدروجين عند  $25^\circ C$  .
- نعطي  $V_m = 24L.mol^{-1}$  عند  $25^\circ C$  .

### 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  $\tau$  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  $M(H) = 1g/mol$

و الكتلة الحجمية للماء  $\rho_{\text{الماء}} = 1kg.L^{-1}$