

التحولات الكيميائية التي تحدث في المنحنيين

Transformations chimiques s'effectuant dans les deux sens

الجزء الثاني : التحولات
غير الكلية لمجموعة كيميائية
الوحدة 3

ذ. هشام سحجر

- * نسمي حمضا ، حسب برونشند ، كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ خلال تحول كيميائي .
- * نسمي قاعدة ، حسب برونشند ، 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 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 ، وبعدهم 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
$[H_3O^+]$ ($mol.L^{-1}$)					

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 $C = 9,8 \cdot 10^{-3} mol.L^{-1}$ و حجمه $V = 1 L$ 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 τ للتفاعل .

تمرين 1 :

1- أتم كتابه صيغ المزدوجات التالية :

- $NH_4^+ / \dots \dots \dots$ -ب- $\dots \dots \dots / H_2O$
 - $H_2O / \dots \dots \dots$ -د- $\dots \dots \dots / PO_4^{3-}$
 - $RCOOH / \dots \dots \dots$ -و- $HCOO^- / \dots \dots \dots$
 - $H_2PO_4^- / \dots \dots \dots$ -ن- $\dots \dots \dots / RNH_2$
 - $\dots \dots \dots / HCO_3^-$ -ط- $HCO_3^- / \dots \dots \dots$
- 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 :
- $CH_3CO_2^- + HCN \rightarrow CH_3CO_2H + CN^-$ -أ-
 - $H_2PO_4^- + NH_3 \rightarrow HPO_4^{2-} + NH_4^+$ -ب-
 - $2HCO_3^- \rightarrow (CO_2, H_2O) + CO_3^{2-}$ -ج-
 - $HClO + CH_3NH_2 \rightarrow ClO^- + CH_3NH_3^+$ -د-

تمرين 2 :

أتم ملأ الجدول في الحالتين التاليتين :

1-

$[H_3O^+]$ ($mol.L^{-1}$)	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 $C = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ و حجمه $V = 50 \text{ mL}$.
علما أن النسبة النهائية لتفاعل 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 : $M(H_2O) = 18 \text{ g.mol}^{-1}$
والكتلة الحجمية $\rho_{\text{الماء}} = 1 \text{ kg.L}^{-1}$

تمرين 7 :

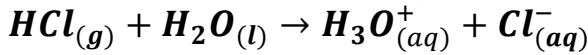
نذيب قرصا من الأسبرين (للتبسيط نرمز له بـ HA) كتلته
 $m = 500 \text{ mg}$ في حجم $V = 100 \text{ mL}$ من الماء
الخالص. قياس pH المحلول المحصل عليه أعطى
 $pH = 2,6$.

- 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 $M = 180 \text{ g.mol}^{-1}$
- 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



- 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 $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$ عند $25^\circ C$.

تمرين 9 :

نتوفر على محلول مائي لحمض HA تركيزه
 $C = 10^{-x} \text{ mol.L}^{-1}$. 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 $C = 5.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ 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 : $M(C) = 12 \text{ g/mol}$

و $M(O) = 16 \text{ g/mol}$

و $M(H) = 1 \text{ g/mol}$

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