

**تمارين الكيمياء**  
**التحولات الكيميائية التي تحدث في منحنيين .**  
**السلسلة 1**  
**السنة الثانية بكالوريا علوم فيزيائية وعلوم رياضية**

**\* تمرين 1**

- إذابة حمض النتريك الخالص في الماء تفاعل كلي .  
 1 - أكتب معادلة هذا التفاعل .  
 2 - نذيب 0,63g من حمض النتريك في الماء المقطر لتحضير 1l من المحلول الحمضي .  
 أحسب pH هذا المحلول .  
 نعطي :  $M(N)=14g/mol$  ،  $M(H)=1g/mol$  ،  $M(O)=16g/mol$  .

**\* تمرين 2**

- أعطى قياس pH لمحلول حمض الإيثانويك ، تركيزه :  $C=2,0 \cdot 10^{-3} mol/l$  و  $pH=3,7$  .  
 1 - هل التفاعل بين حمض الإيثانويك والماء كلي أم غير كلي ؟ علل جوابك .  
 2 - حدد المزدوجتين قاعدة /حمض المتفاعلتين واكتب معادلة التفاعل .  
 3 - حدد نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل .

**\* تمرين 3**

- باستعمال مقياس pH ، يحمل إشارة الصانع  $\Delta pH = 0,05$  ، لقياس pH لمحلول حمضي حصلنا على  $pH=3,90$  .  
 1 - أحسب تركيز أيونات الأوكسونيوم في المحلول .  
 2 - أطر قيم تركيز أيونات الأوكسونيوم .  
 3 - استنتج الارتباط  $\Delta [H_3O^+]$  الذي ارتكب في قياس تركيز أيونات الأوكسونيوم .  
 4 - أحسب الدقة في تحديد تركيز أيونات الأوكسونيوم .

**\* تمرين 4**

- نحضر عن طريق التخفيف حجما V لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH(aq)$  تركيزه  $C=0,10 mol/l$  .  
 1 - أكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك والماء .  
 2 - تساوي موصلية المحلول المحصل  $\sigma = 4,9 mS \cdot m^{-1}$  ، أحسب تركيز مختلف الأيونات المتواجدة في المحلول . نعطي :  $\lambda_{CH_3COO^-} = 4,1 mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$  ،  $\lambda_{H_3O^+} = 35 mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$  .  
 3 - أحسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لتفاعل محض الإيثانويك والماء .  
 ماذا تستنتج بخصوص ميزة هذا التفاعل ؟  
 4 - أحسب pH المحلول .

**تمرين 5**

- نمزج حجما  $V=5 ml$  من محلول نترات الرصاص  $Pb^{2+}(aq)+2NO_3^-(aq)$  تركيزه  $C_A=2,0 \cdot 10^{-2} mol/l$  وحجما  $V_A=50 ml$  من محلول يودور البوتاسيوم  $(K^+(aq)+I^-(aq))$  تركيزه  $C_B=4,0 \cdot 10^{-2} mol/l$  ، فنلاحظ تكون راسب أصفر ليودور الرصاص  $PbI_2(s)$  .  
 نرشح الخليط وبع غسل وتجفيف الراسب ، نحدد كتلته ، فنجد  $m=0,41g$  .  
 1 - أكتب معادلة الترسب .  
 2 - أحسب كمية مادة كل من أيونات الرصاص وأيونات اليودور في الحالة البدئية . ماذا نلاحظ بخصوص تركيب هذا الخليط ؟  
 3 - ما هو التقدم الأقصى لتفاعل الترسب ؟  
 4 - أحسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل . ماذا تستنتج ؟  
 5 - ما هو تركيب المجموعة ، بالمول ، في الحالة النهائية ؟

**تمرين 6 \***

تتوفر على محلول مائي  $S_A$  لحمض الكلوريدريك تركيزه من المذاب المستعمل  $C_A=2,0 \cdot 10^{-3} \text{mol/l}$  ومحلول مائي  $S_B$  لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه من المذاب المستعمل  $C_B=1,2 \cdot 10^{-3} \text{mol/l}$  . نمزج حجما  $V_A=100 \text{ml}$  من المحلول  $S_A$  وحجما  $V_B=150 \text{ml}$  من المحلول  $S_B$  .

نحرك الخليط فنلاحظ ارتفاع درجة الحرارة .

بعد الرجوع إلى درجة الحرارة البدئية يعطي قياس pH الخليط :  $\text{pH}=4,1$  .

1 - أعط الأدوات الضرورية لقياس pH الخليط .

2 - أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في كل من  $S_A$  و  $S_B$  .

3

الهيدروكسيد .

4 - 1 أحسب كميتي المادة البدئيتين  $n_i(\text{H}_3\text{O}^+)$  و  $n_i(\text{OH}^-)$  في الخليط .

4 - 2 أنشئ الجدول الوصفي للتحويل باستعمال التقدم  $x$  .

5 - أحسب التركيز  $f$   $[\text{H}_3\text{O}^+]$  في الخليط عند الحالة النهائية ، واستنتج قيمة التقدم النهائي .

6 - أوجد نسبة التقدم النهائي . ماذا تستنتج ؟

**تمرين 7 \***

تتوفر على محلولين  $S_1$  و  $S_2$  حمضيين ، لهما نفس التركيز :  $C=5,0 \cdot 10^{-2} \text{mol/l}$  .

$S_1$  محلول البروميديريك أو برومور الهيدروجين ذو  $\text{pH}=1,3$  .

$S_2$  محلول حمض الأسكوربيك ( فيتامين C ) ذو  $\text{pH}=2,7$  .

1 - أكتب المعادلة العامة لتفاعل بين حمض صيغته  $\text{AH}$  و الماء .

2 - أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة الكيميائية باستعمال التقدم مع اعتبار  $AH$  تركيز المذاب  $AH$  المستعمل و  $V$  حجم المحلول .

3 - باستغلال الجدول الوصفي :

3 - 1 بين أن تحول حمض البرميديريك في الماء تحول كلي .

3 - 2 أكتب معادلة التفاعل الذي يرمز هذا التحول .

4 - باستغلال الجدول الوصفي :

4 - 1 أوجد نسبة التقدم النهائي للتفاعل بين حمض الأسكوربيك و الماء .

4 - 2 ماذا تستنتج ؟ أكتب إذن معادلة هذا التفاعل .

5 - يؤدي التحول المدرورس في السؤال 4 إلى توازن كيميائي .

5 - 1 أجرد الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول  $S_2$  ، واحسب تراكيزها .

5 - 2 فسر مجهريا كيف تتحقق حالة التوازن . ولماذا نسبيه بتوازن كيميائي ديناميكي ؟

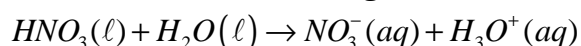
معطيات :  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq}) / \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-(\text{aq}), \text{HBr}(\text{aq}) / \text{Br}^-(\text{aq})$

**تصحيح تمارين الكيمياء**  
**التحولات الكيميائية التي تحدث في منحنيين .**  
**السلسلة 1**  
**السنة الثانية بكالوريا علوم فيزيائية وعلوم رياضية**

**تمرين 1**

- إذابة حمض النتريك الخالص في الماء تفاعل كلي .  
 1 - أكتب معادلة هذا التفاعل .  
 2 - نذيب 0,63g من حمض النتريك في الماء المقطر لتحضير 1l من المحلول الحمضي .  
 أحسب pH هذا المحلول .  
 نعطي :  $M(N)=14g/mol$  ،  $M(H)=1g/mol$  ،  $M(O)=16g/mol$  .  
 الجواب :

1 - معادلة التفاعل



2 - حساب pH المحلول :

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

نحسب التركيز المولي لأيونات  $H_3O^+$  :  
 من خلال الجدول الوصفي للتفاعل :

الحالة	التقدم	$HNO_3(\ell) + H_2O(\ell) \rightarrow NO_3^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
البدئية	0	$n_0$	وفير	0	0
خلال التفاعل	x	$n_0-x$	وفير	x	x
نهاية التفاعل	$x_{max}$	$n_0-x_{max}$	وفير	$x_{max}$	$x_{max}$

حساب كمية المادة البدئية لحمض النتريك :

$$n_0 = \frac{m}{M(HNO_3)} = 0,1mol \quad \text{وبما أن الماء وفير فإن المتفاعل المحد هو : حمض النتريك .}$$

$$[H_3O^+] = [NO_3^-] = n_0 / V = 0,1mol / \ell \quad \text{وبالتالي فإن } x_{max} = n_0 = 0,1mol$$

$$pH=1 \quad \text{أي أن}$$

**تمرين 2**

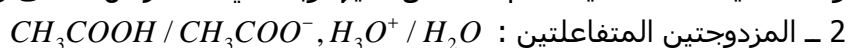
أعطى قياس pH محلول حمض الإيثانويك ، تركيزه :  $C=2,0 \cdot 10^{-3}mol/\ell$  و  $pH=3,7$  .

- 1 - هل التفاعل بين حمض الإيثانويك والماء كلي أم غير كلي ؟ علل جوابك .  
 2 - حدد المزدوجتين قاعدة /حمض المتفاعلتين واكتب معادلة التفاعل .  
 3 - حدد نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل .

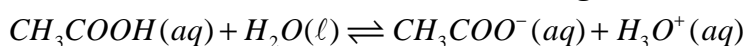
الجواب :

1 - نعلم أنه بالنسبة لتفاعل كلي  $pH=-\log C$  لأن المتفاعل المد هو الحمض أي أنه سيختفي كلياً .  
 نحسب pH انطلاقاً من تركيز المحلول ، افتراضاً أن التفاعل كلي :  $pH = -\log C = 2,69$

وهذه القيمة تخالف قيمة pH المحصل عليها وبالتالي فالافتراض خاطئ وأن التفاعل غير كلي .



معادلة التفاعل :



3 - نسبة التقدم النهائي للتفاعل :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{n(H_3O^+)}{n_0(CH_3COOH)} = \frac{[H_3O^+]}{C}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 1,99 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{1,99 \cdot 10^{-4}}{2 \cdot 10^{-3}} = 9,95 \cdot 10^{-2} = 9,95\%$$

### تمرين 3

باستعمال مقياس pH ، يحمل إشارة الصانع  $\Delta pH = 0,05$  ، لقياس pH محلول حمضي حصلنا على  $pH=3,90$  .

- 1 - أحسب تركيز أيونات الأوكسونيوم في المحلول .
- 2 - أطر قيم تركيز أيونات الأوكسونيوم .
- 3 - استنتج الارتياح  $\Delta[H_3O^+]$  الذي ارتكب في قياس تركيز أيونات الأوكسونيوم .
- 4 - أحسب الدقة في تحديد تركيز أيونات الأوكسونيوم .

### تمرين 4

نحضر عن طريق التخفيف حجما  $V$  لحمض الإيثانويك  $CH_3COOH(aq)$  تركيزه  $C=0,10 \text{ mol/l}$  .

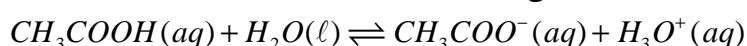
- 1 - أكتب معادلة التفاعل بين حمض الإيثانويك والماء .
- 2 - تساوي موصلية المحلول المحصل  $\sigma = 4,9 \text{ mS.m}^{-1}$  ، أحسب تركيز مختلف الأيونات المتواجدة في

$$\text{المحلول} . \text{ نعطي : } \lambda_{CH_3COO^-} = 4,1 \text{ mS.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}, \lambda_{H_3O^+} = 35 \text{ mS.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

- 3 - أحسب نسبة التقدم النهائي  $\tau$  لتفاعل حمض الإيثانويك والماء .
- ماذا تستنتج بخصوص ميزة هذا التفاعل ؟
- 4 - أحسب pH المحلول .

الجواب :

1 - معادلة التفاعل :



- 2 - حساب مختلف تركيز الأيونات المتواجدة في المحلول :
- نشئ الجدول الوصفي للتفاعل :

الحالة	التقدم	$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
البدئية	0	$n_0$	وفير	0	0
خلال التفاعل	x	$n_0-x$	وفير	x	x
نهاية التفاعل	$x_f$	$n_0-x_f$	وفير	$x_f$	$x_f$

حسب المعادلة عند نهاية التفاعل لدينا  $n(H_3O^+) = n(CH_3COO^-) = x_f$

$$\sigma = \lambda_{H_3O^+} [H_3O^+] + \lambda_{CH_3COO^-} [CH_3COO^-] : \text{ موصلية المحلول عند نهاية التفاعل}$$

عند نهاية التفاعل لدينا  $n(H_3O^+) = n(CH_3COO^-) = x_f$  أي أن

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = \frac{x_f}{V}$$

$$\sigma = [H_3O^+] (\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-})$$

$$[H_3O^+] = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{CH_3COO^-})} = \frac{4,9 \cdot 10^{-3}}{39,1 \cdot 10^{-3}} = 0,125 \text{ mol} / \bar{m}^3 = 0,125 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / \ell$$

$$[H_3O^+] = [CH_3COO^-] = 0,125 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / \ell$$

$$[CH_3COOH] = C - [H_3O^+] = 0,10 - 0,125 \cdot 10^{-3} = 0,0998 \text{ mol} / \ell$$

3 - حساب نسبة التقدم :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+]}{C} = 0,125 \cdot 10^{-2} = 0,125\%$$

نستنتج أن هذا التفاعل جد محدود في المنحنى المباشر .

4 - حساب pH المحلول :

$$pH = -\log [H_3O^+] \Rightarrow pH = 3,9$$

### تمرين 5

نمزج حجما  $V=50\text{ml}$  من محلول نترات الرصاص  $Pb^{2+}(aq)+2NO_3^-(aq)$  تركيزه  $C_A=2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / \ell$  وحجما  $V_A=50\text{ml}$  من محلول يودور البوتاسيوم  $(K^+(aq)+I^-(aq))$  تركيزه  $C_B=4,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / \ell$  ، فنلاحظ تكون راسب أصفر ليودور الرصاص  $PbI_2(s)$  .

نرشح الخليط وبع غسل وتجفيف الراسب ، نحدد كتلته ، فنجد  $m=0,41\text{g}$  .

1 - أكتب معادلة الترسب .

2 - أحسب كمية مادة كل من أيونات الرصاص وأيونات اليودور في الحالة البدئية . ماذا نلاحظ بخصوص تركيب هذا الخليط ؟

3 - ما هو التقدم الأقصى لتفاعل الترسب ؟

4 - أحسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل . ماذا تستنتج ؟

5 - ما هو تركيب المجموعة ، بالمول ، في الحالة النهائية ؟

الجواب :

1 - معادلة الترسب :  $Pb^{2+}(aq) + 2I^-(aq) \rightarrow PbI_2(s)$

2 - حساب كمية مادة أيونات الرصاص وأيونات اليودور في الحالة البدئية :

$$n_0(Pb^{2+}) = C_A V_A = 1 \text{ mmol}$$

$$n_0(I^-) = C_B V_B = 2 \text{ mmol}$$

نلاحظ أن كمية المادة البدئية للمتفاعلات تتناسب مع المعاملات التناسبية أي أن الخليط ستوكيومتري

3 - الجدول الوصفي للتفاعل :

معادلة التفاعل		$Pb^{2+}(aq)$	+	$2I^-(aq)$	→	$PbI_2(s)$
الحالة البدئية	0	$n_0(Pb^{2+})$		$n_0(I)$		0
خلال التفاعل	x	$n_0(Pb^{2+})-x$		$n_0(I)-2x$		x
الحالة النهائية	$x_{\max}$	$n_0(Pb^{2+})-x_{\max}$		$n_0(I)-2x_{\max}$		$x_{\max}$

بما أن الخليط ستوكيومتري فإن كل المتفاعلات تختفي عند نهاية التفاعل ؛ أي أن

$$n_0(Pb^{2+}) - x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = C_A V_A = 1 \text{ mmol}$$

$$n_0(I^-) - 2x_{\max} = 0 \Rightarrow x_{\max} = \frac{C_B V_B}{2} = 1 \text{ mmol}$$

وبالتالي فالتقدم الأقصى هو :  $x_{max} = 1mmol$

نسبة التقدم النهائي هي :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{x_{max}}{x_{max}} = 1$$

نستنتج أن التفاعل كلي .

تركيب المجموعة في الحالة النهائية :

$$n(Pb^{2+}) = n(I^-) = 0$$

$$n(NO_3^-) = 2C_A V_A = 2mmol$$

$$n(K^+) = C_B V_B = 2mmol$$

$$n(PbI_2) = 1mmol$$

### تمرين 6

نتوفر على محلول مائي  $S_A$  لحمض الكلوريدريك تركيزه من المذاب المستعمل  $C_A = 2,0 \cdot 10^{-3} mol/l$  ومحلول

مائي  $S_B$  لمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه من المذاب المستعمل  $C_B = 1,2 \cdot 10^{-3} mol/l$  . نمزج حتما

$V_A = 100ml$  من المحلول  $S_A$  وحجم  $V_B = 150ml$  من المحلول  $S_B$  .

نحرك الخليط فنلاحظ ارتفاع درجة الحرارة .

بعد الرجوع إلى درجة الحرارة البدئية يعطي قياس pH الخليط :  $pH = 4,1$  .

1 - أعط الأدوات الضرورية لقياس pH الخليط .

2 - أجرد الأنواع الكيميائية المتواجدة في كل من  $S_A$  و  $S_B$  .

3

الهيدروكسيد .

4 - 1 أحسب كميتي المادة البدئيتين  $n_i(H_3O^+)$  و  $n_i(OH^-)$  في الخليط .

4 - 2 أنشئ الجدول الوصفي للتحويل باستعمال التقدم  $x$  .

5 - أحسب التركيز  $[H_3O^+]_f$  في الخليط عند الحالة النهائية ، واستنتج قيمة التقدم النهائي .

6 - أوجد نسبة التقدم النهائي . ماذا تستنتج ؟

الجواب :

1 - الأدوات الضرورية لقياس pH :

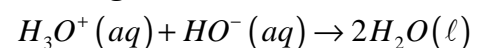
- جهاز pH متر

- محلول عيار  $pH = 7$  و  $pH = 4$

- ماء مقطر .

2 - الأنواع الكيميائية المتواجدة في  $S_A$  :  $H_3O^+$  ,  $Cl^-$  ,  $H_2O$  في المحلول  $S_B$  :  $Na^+$  ,  $HO^-$  ,  $H_2O$

3 - المعادلة الكيميائية للتفاعل :



4 - 1 حساب كميتي المادة البدئيتين لأيونات الأوكسونيوم وأيونات الهيدروكسيد :

$$n_i(H_3O^+) = C_A V_A = 0,2mmol$$

$$n_i(HO^-) = C_B V_B = 0,18mmol$$

3 - الجدول الوصفي للتفاعل :

معادلة التفاعل		$H_3O^+(aq)$	+	$HO^-(aq)$	→	$2H_2O(l)$
الحالة البدئية	0	$C_A V_A$		$C_B V_B$		0
خلال التفاعل	x	$C_A V_A - x$		$C_B V_B - x$		2x
الحالة النهائية	$x_f$	$C_A V_A - x_f$		$C_B V_B - x_f$		2x <sub>f</sub>

5 - التركيز النهائي لأيونات الأوكسونيوم :

$$pH = 4,1 \Rightarrow [H_3O^+]_f = 10^{-4,1} = 7,9.10^{-5} \text{ mol } / \ell$$

قيمة التقدم النهائي :

$$n(H_3O^+)_f = C_A V_A - x_f \Rightarrow [H_3O^+]_f = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} - \frac{x_f}{V_A + V_B}$$

$$\Rightarrow x_f = C_A V_A - (V_A + V_B)[H_3O^+]_f \approx 0,18 \text{ mmol}$$

6 - نسبة التقدم النهائي :

حساب التقدم الأقصى : من خلال كمية المادة البدئية للمتفاعلات يتبين أن المتفاعل المحد هو أيونات

$$C_B V_B - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_B V_B = 0,18 \text{ mmol} \text{ الهيدروكسيد}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0,18}{0,18} = 1$$

وبالتالي فإن التفاعل كلي :

### تمرين 7

تتوفر على محلولين  $S_1$  و  $S_2$  حمضيين ، لهما نفس التركيز :  $C = 5,0.10^{-2} \text{ mol } / \ell$  .

$S_1$  محلول البروميديريك أو برومور الهيدروجين ذو  $pH = 1,3$  .

$S_2$  محلول حمض الأسكوربيك ( فيتامين C ) ذو  $pH = 2,7$  .

1 - أكتب المعادلة العامة لتفاعل بين حمض صيغته AH و الماء .

2 - أنشئ الجدول الوصفي لتطور المجموعة الكيميائية باستعمال التقدم مع اعتبار  $C_{AH}$  تركيز المذاب AH

المستعمل و  $V$  حجم المحلول .

3 - باستغلال الجدول الوصفي :

3 - 1 بين أن تحول حمض البرميديريك في الماء تحول كلي .

3 - 2 أكتب معادلة التفاعل الذي يمتدج هذا التحول .

4 - باستغلال الجدول الوصفي :

4 - 1 أوجد نسبة التقدم النهائي للتفاعل بين حمض الأسكوربيك والماء .

4 - 2 ماذا تستنتج ؟ أكتب إذن معادلة هذا التفاعل .

5 - يؤدي التحول المدرورس في السؤال 4 إلى توازن كيميائي .

5 - 1 أجرد الأنواع الكيميائية الموجودة في المحلول  $S_2$  ، واحسب تراكيزها .

5 - 2 فسر مجهريا كيف تتحقق حالة التوازن . ولماذا نسميه بتوازن كيميائي ديناميكي ؟

معطيات :  $C_6H_8O_6(aq) / C_6H_7O_6^-(aq), HBr(aq) / Br^-(aq)$