

من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

1) تمرين 1 ص 59

أتمم الحمل التالية:

- (أ) الحمض هو كل نوع كيميائي قادر على .....بروتون أو أكثر.  
 (ب) القاعدة هي كل نوع كيميائي قادر على .....بروتون أو أكثر  
 (ج) القاعدة المرافقة ل:  $CH_3NH_3^+$  هي.....  
 (د) الحمض المرافق ل:  $NH_3$  هو :.....  
 (هـ)  $CH_3COOH / CH_3COO^-$  هي ..... حمض -قاعدة.

////////////////////

تصحيح:

- (أ) الحمض هو كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون أو أكثر.  
 (ب) القاعدة هي كل نوع كيميائي قادر على اكتساب بروتون أو أكثر  
 (ج) القاعدة المرافقة ل:  $CH_3NH_3^+$  هي :  $(CH_3NH_2)$  .  
 (د) الحمض المرافق ل:  $NH_3$  هو :  $(NH_4^+)$  .  
 (هـ)  $CH_3COOH / CH_3COO^-$  هي مزدوجة حمض -قاعدة.

2) تمرين 2 ص 59

اكتب معادلة التفاعل حمض قاعدة التي يمكن أن تحدث بين:

- أ- حمض المزدوجة :  $H_3O^+ / H_2O$  وقاعدة المزدوجة:  $NH_4^+ / NH_3$  .  
 ب) حمض المزدوجة :  $H_2O / HO^-$  وقاعدة المزدوجة:  $NH_4^+ / NH_3$  .  
 د- حمض المزدوجة :  $CH_3COOH / CH_3COO^-$  وقاعدة المزدوجة:  $HCO_3^- / CO_3^{2-}$  .

////////////////////

تصحيح:

- أ-معادلة التفاعل بين حمض المزدوجة :  $H_3O^+ / H_2O$  وقاعدة المزدوجة:  $NH_4^+ / NH_3$   
 $H_3O^+ + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + H_2O$   
 ب-معادلة التفاعل بين حمض المزدوجة :  $H_2O / HO^-$  وقاعدة المزدوجة:  $NH_4^+ / NH_3$   
 $H_2O + NH_3 \rightarrow NH_4^+ + HO^-$   
 ج-معادلة التفاعل بين حمض المزدوجة :  $CH_3COOH / CH_3COO^-$  وقاعدة المزدوجة:  $HCO_3^- / CO_3^{2-}$   
 $CH_3COOH + CO_3^{2-} \rightarrow HCO_3^- + CH_3COO^-$

\*\*\*\*\*

3) تمرين 3 ص 59

أتمم الجدول التالي:

$[H_3O^+]$ (mol/l)	pH	المحلول
$10^{-13}$	...	ماء جافيل
$1,6 \times 10^{-3}$	...	مشروب غازي
...	2,4	عصير الليمون
...	6,5	الحليب
$4 \times 10^{-8}$	...	الدم

المحلول	pH	$[H_3O^+]$ (mol/l)
ماء جافيل	13	$10^{-13}$
مشروب غازي	2,8	$1,6 \times 10^{-3}$
عصير الليمون	2,4	$4 \cdot 10^{-3}$
الحليب	6,5	$3,16 \cdot 10^{-7}$
الدم	7,4	$4 \times 10^{-8}$

تزايد الحمضية يوافق تناقص pH .

تزايد الحمضية	
عصير الليمون	2,4
مشروب غازي	2,8
الحليب	6,5
الدم	7,4
ماء جافيل	13

4) تمرين رقم 4 ص 59تتوفر على 0,5ℓ من محلول  $S_1$  ذي  $pH = 5,8$  و 20ml من محلول  $S_2$  ذي  $pH = 3,2$ .

- حدد كمية مادة أيونات الأوكسونيوم الموجودة في كل من المحلولين .
- ما المحلول الأكثر حمضية؟
- نمزج المحلولين  $S_1$  و  $S_2$  .
- حدد كمية مادة أيونات الأوكسونيوم الموجودة في الخليط علماً أنه لا يحدث أي تفاعل .

$$(1) \text{ بالنسبة للمحلول } S_1 : [H_3O^+] = 10^{-5,8} = 1,58 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$$

$$n_1(H_3O^+) = [H_3O^+] \times V_1 = 1,585 \times 10^{-6} \text{ mol/l} \times 0,5\ell = 7,92 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-3,2} = 6,31 \times 10^{-4} \text{ mol/l} \quad S_2 \text{ بالنسبة للمحلول}$$

$$n_2(H_3O^+) = [H_3O^+] \times V_2 = 6,31 \times 10^{-4} \text{ mol/l} \times 0,02\ell = 1,26 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

(2) المحلول الأكثر حمضية هو  $S_2$  . كلما كان pH أصغر كلما كان المحلول الحمضي أكثر حمضية.

(3) كمية مادة أيونات الأوكسونيوم في الخليط هي :

$$n(H_3O^+) = n_1 + n_2 = 1,34 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

إن تركيز الأيونات  $H_3O^+$  في الخليط يصبح :

$$[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V_1 + V_2} = \frac{1,34 \times 10^{-5} \text{ mol}}{(0,02 + 0,5)\ell} = 2,577 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$$

ونستنتج pH الخليط:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(2,577 \times 10^{-5}) \approx 4,6$$

## 5) تمرين رقم 5 ص 59

نحضر محلولاً مائياً لحمض الكلوريدريك بإذابة 1ℓ من غاز كلورور الهيدروجين في الماء للحصول على

1ℓ من المحلول. علماً أن نسبة التقدم النهائي للتفاعل هي:  $\tau = 1$ .

(أ) احسب التركيز المولي لأيونات الأكسونيوم في المحلول.

(ب) ما  $pH$  المحلول؟ علل جوابك.

(ج) نرد انطلاقاً من المحلول السابق، تحضير 200ml من محلول حمض الكلوريدريك ذي  $pH = 3$

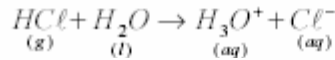
بين بوضوح الطريقة المتبعة، ثم استنتج حجم محلول حمض الكلوريدريك المسأخوذ.

نعطي الحجم المولي:  $V_M = 25 \ell / mol$



التصحيح:

لنكتب معادلة ذوبان غاز كلورور الهيدروجين في الماء:



لنحدد كمية مادة غاز  $HCl$  البدئية الموجودة في الحجم  $V_{(HCl)} = 1 \ell$ :

$$n_{o(HCl)} = \frac{V(HCl)}{V_M} = \frac{1 \ell}{25 \ell / mol} = 0,04 mol$$

جدول تقدم التفاعل:

$HCl_{(g)} + H_2O_{(l)}$		$\longrightarrow$	$H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$		التقدم
0,04	بوفرة		0	0	0
0,04 - x	بوفرة		x	x	x
					حالة التحول

بما أن التقدم الأقصى هي أكبر قيمة للتقدم التي توافقت الإختفاء الكلي للمتفاعل المحد

بنا أن الماء موجود بوفرة فإن المتفاعل المحد هو  $HCl_{(g)}$

$$x_{\max} = 0,04 mol \iff 0,04 - x_{\max} = 0$$

نعم أن نسبة التقدم النهائي للتفاعل هي:  $\tau = \frac{x_f}{x_{\max}}$  ومن خلال المعطيات:  $\tau = 1$

$$\text{إذن: } x_f = x_{\max} = 0,04 mol$$

من جهة أخرى لدينا من خلال جدول التقدم:  $n_{(H_3O^+)} = x_f = 0,04 mol$

$$[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V_s} = \frac{0,04 mol}{1 \ell} = 0,04 mol / \ell \quad (\text{ب})$$

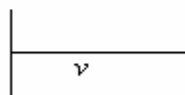
إذن تركيز محلول حمض الكلوريدريك المحصل عليه هو:  $c = 4 \times 10^{-2} mol / \ell$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log 0,04 = 1,4$$

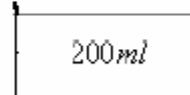
(ج) نأخذ حجماً  $v$  من المحلول ثم نضيف إليه الماء إلى أن يصبح حجم الخليط مساوياً ل:  $200 cm^3$ . تسمى هذه العملية بعملية التخفيف.

حجم  $v$  من محلول حمض الكلوريدريك ذي التركيز المولي

$$c = 4 \times 10^{-2} mol / \ell$$



محلول حمض الكلوريدريك ذي التركيز المولي  $c'$



نضيف إليه حجماً  $v_2$  من الماء

إلى أن نحصل على 200ml من الخليط.

بما أن كمية مادة  $H_3O^+$  هي نفسها في المحلولين (قبل وبعد التخفيف).

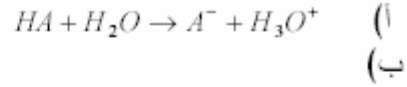
$$n_{(H_3O^+)} = n'_{(H_3O^+)}$$

$$\text{أي: } cv = c'(v + v_{eau})$$

$$v = \frac{c'(v + v_{eau})}{c} = \frac{10^{-3} mol / \ell \times 0,2 \ell}{4 \times 10^{-2} mol / \ell} = 5 \times 10^{-3} \ell = 5 ml \quad \text{ومنّه:}$$

## 6) تمرين رقم 6 ص 59

- تنوفر على محلول حمض HA تركيزه المولي :  $c = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} / \ell$  وله  $pH = 2,3$  .  
أ) اكتب معادلة تفاعله مع الماء.  
ب) احسب نسبة التقدم  $\tau$  لهذا التفاعل .



الحالة	التقدم	$A^- + H_3O^+$	$\rightarrow$	$HA + H_2O$	الحالة
الحالة البدئية	0	0		بوفرة	$n_0$
حالة التحول	x	x		بوفرة	$n_0 - x$

$$\text{لدينا : } n_0 = c.V = 5 \times 10^{-3} \times V$$

استقرار  $pH$  يدل على أن المجموعة توجد في حالتها النهائية.

العلاقة:  $[H_3O^+] = 10^{-pH}$  تمكن من تحديد التركيز النهائي لأيونات  $H_3O^+$  .

$$\text{إذن : } [H_3O^+] = 10^{-2,3} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} / \ell$$

$$\text{ومنه : } x_f = [H_3O^+] \times V$$

وبما أن الماء موجود بوفرة فإن المتفاعل المحد هو الحمض .

$$\text{إذن التقدم الأقصى يوافق : } n_0 - x_{\max} = 0$$

$$\text{إذن : } x_{\max} = n_0 = 5 \times 10^{-3} \times V_s$$

وبالتالي فإن نسبة التقدم النهائي للتفاعل هي:

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{5 \times 10^{-3} \times V_s}{5 \times 10^{-3} \times V_s} = 1$$

## 7) تمرين رقم 7 ص 59

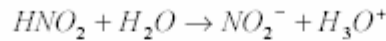
- 1) ما القاعدة المرافقة لحمض النتروز  $HNO_2$  .  
2) اكتب معادلة التفاعل بين حمض النتروز والماء.  
3) نحضر محلولاً مائياً S لحمض النتروز تركيزه المولي :  $c = 5 \times 10^{-3} \text{ mol} / \ell$  .

$$\text{علما أن نسبة التقدم النهائي للتفاعل } \tau = 0,22$$

- أ) احسب التقدم الأقصى بالنسبة لحجم  $V = 50 \text{ ml}$  من المحلول S .  
ب) احسب التقدم النهائي للتفاعل.  
ج) استنتج  $pH$  المحلول  
د) ما تركيب المجموعة بالمول في الحالة النهائية؟

1) القاعدة المرافقة لحمض النتروز  $HNO_2$  هي:  $NO_2^-$

2) معادلة التفاعل بين حمض النتروز والماء.



أ) لنحدد التقدم الأقصى بالنسبة لحجم  $V = 50ml$  من المحلول S

جدول التقدم :

$HNO_2 + H_2O \rightarrow$		$NO_2^- + H_3O^+$			
CV	بوفرة	0	0	0	الحالة البدئية
CV - x	بوفرة	x	x	x	حالة التحول
CV - x <sub>f</sub>	بوفرة	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	الحالة النهائية

وبما ان الماء موجود بوفرة فإن المتفاعل المحد هو الحمض .

إذن التقدم الأقصى يوافق:  $CV - x_{max} = 0$

وبالتالي فإن نسبة التقدم النهائي للتفاعل هي:

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

$$x_f = \tau \times x_{max} = 0,22 \times 5 \times 10^{-4} mol = 0,11 \times 10^{-3} mol = 0,11.mol$$

ج) لنحدد PH المحلول

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

$$n_{(H_3O^+)} = x_f$$

$$[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V} = \frac{0,11 \times 10^{-3} mol}{50 \times 10^{-3} \ell} = 2,2 \times 10^{-3} mol / \ell$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(2,2 \times 10^{-3}) \approx 2,66$$

د) تركيب المجموعة بالمول في الحالة النهائية:

$HNO_2 + H_2O \rightarrow$		$NO_2^- + H_3O^+$			التقدم
CV	بوفرة	0	0	0	الحالة البدئية
CV - x	بوفرة	x	x	x	حالة التحول
CV - x <sub>f</sub> = 0,39m.mol	بوفرة	x <sub>f</sub> = 0,11m.mol	x <sub>f</sub> = 0,11m.mol	x <sub>f</sub> = 0,11m.mol	الحالة النهائية

$$CV - x_f = 5 \times 10^{-4} - 0,11 \times 10^{-3} = 3,9 \times 10^{-4} mol = 0,39m.mol$$

////////////////////////////////////

## 8) تمرين رقم 8 ص 60

نقيس pH محلول حمض البروبانويك  $CH_3CH_2CO_2H$  تكميزه المولي  $0,15 mol / \ell$  ، فنجد  $pH = 2,9$  .

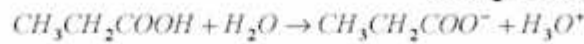
أ) اكتب معادلة تفاعل حمض البروبانويك مع الماء وعين المزدوجتين : قاعدة/ حمض المتدخلتين في هذا التفاعل.

ب) أنشئ جدول التقدم لهذا التفاعل بالنسبة ل:  $1 \ell$  من المحلول.

ج) احسب التقدم النهائي والتقدم الأقصى لهذا التفاعل ، واستنتج نسبة التقدم النهائي ، والنسبة المئوية لجزيئات حمض البروبانويك التي تفاعلت.

////////////////////////////////////

(أ) معادلة تفاعل حمض البروبانويك مع الماء:



(ب)

معادلة التفاعل					
$CH_3CH_2COOH + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2COO^- + H_3O^+$				التقدم	الحالات
كميات المادة ب: mol					
CV	بوفرة	0	0	0	الحالة البدئية
CV - x	بوفرة	x	x	x	حالة التحول
0,15 - x <sub>f</sub>	بوفرة	x <sub>f</sub>		x <sub>f</sub>	الحالة النهائية

x<sub>f</sub>

كمية المادة البدئية لحمض البروبانويك:

$$n_0 = CV = 0,15 \text{ mol} / \ell \times 1 \ell = 0,15 \text{ mol}$$

استقرار pH يدل على أن المجموعة توجد في حالتها النهائية.

العلاقة:  $[H_3O^+] = 10^{-pH}$  تمكن من تحديد التركيز النهائي لأيونات  $H_3O^+$ .

$$[H_3O^+] = 10^{-2,9} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol} / \ell$$

$$n_{(H_3O^+)} = [H_3O^+] \times V = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol} / \ell \times 1 \ell = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{إذن:}$$

من خلال جدول التقدم:  $x_f = n(H_3O^+)$

$$x_f = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{إذن:}$$

وبما أن الماء موجود بوفرة فإن المتفاعل المحد هو الحمض.

إذن التقدم الأقصى يوافق:  $x_{\max} = 0,15 \text{ mol} \Leftarrow 0,15 - x_{\max} = 0$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{1,26 \times 10^{-3}}{0,15} = 8,4 \times 10^{-3} \quad \text{نسبة التقدم النهائي:}$$

ومنه فإن النسبة المئوية لجزيئات الحمض التي تفاعلت هي:  $0,84\%$

## 9) تمرين رقم 9 ص. 60:

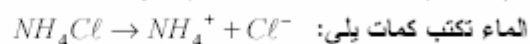
نقيس pH محلول مائي لكلورور الأمونيوم  $NH_4Cl$  تركيزه المولي  $c = 10^{-1} \text{ mol} / \ell$  فنجد  $pH = 5,1$ .

(أ) ما الحمض الذي يحتوي عليه هذا المحلول؟ وما القاعدة المرافقة له؟

(ب) هل التحول الحاصل كلي؟ علل جوابك.

(د) ما نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل؟

(أ) نعم أن كلورور الأمونيوم  $NH_4Cl$  مركب أيوني كثير الذوبان في الماء، معادلة ذوبانه في



الأيونات  $Cl^-$  غير نشيطة، فليس لها أي طابع حمضي ولا قاعدي.

إذن الحمض الذي يحتوي عليه هذا المحلول هو  $NH_4^+$  والقاعدة المرافقة له هي:  $NH_3$ .

(ب) لنرسم جدول تقدم التفاعل:

$NH_4^+ + H_2O \longrightarrow NH_3 + H_3O^+$				التقدم	الحالة
CV	بوفرة	0	0	0	الحالة البدئية
CV - x	بوفرة	x	x	x	حالة التحول
CV - x <sub>f</sub>	بوفرة	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	x <sub>f</sub>	الحالة النهائية



$$x_{\max} = CV \quad \text{لدينا :}$$

$$x_f = n_{(H_3O^+)} = [H_3O^+] \times V \quad \text{و :}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+] \times V}{C.V} = \frac{[H_3O^+]}{C} \quad \text{نسبة التقدم النهائي:}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-5,1} = 7,94 \times 10^{-6} \text{ mol/l} \quad \text{بما أن :}$$

إذن:  $[H_3O^+] \neq C$  ومنه :  $\tau \neq 1$  إذن التفاعل الحاصل ليس بكلي.  
(د) نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+] \times V}{C.V} = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{7,94 \times 10^{-6}}{10^{-1}} = 7,94 \times 10^{-5}$$

$$\tau = 7,94 \times 10^{-3} \% \quad \text{أي:}$$

## (10) تمرين رقم 10 ص.

نمزج حجما  $V_A = 50 \text{ ml}$  من محلول نترات الرصاص  $(Pb^{2+} + 2NO_3^-)$ ، تركيزه  $c_A = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، وحجما

$V_B = 50 \text{ ml}$  من محلول يودور البوتاسيوم  $(K^+ + I^-)$ ، تركيزه  $C_B = 4 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، فنلاحظ ظهور راسب

أصفر ليودور الرصاص  $PbI_2$ .

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

(1) اكتب معادلة الترسيب.

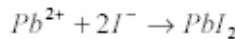
(2) احسب كمية مادة كل من أيونات الرصاص وأيونات اليود في الحالة البدئية. ماذا نلاحظ بخصوص تركيب هذا الخليط.

(3) ما التقدم الأقصى لتفاعل الترسيب؟

(4) احسب نسبة التقدم النهائي للتفاعل. ماذا تستنتج؟ ما تركيب المجموعة بالمول في الحالة النهائية؟

نعطي:  $M(I) = 127 \text{ g/mol}$  و  $M(Pb) = 207 \text{ g/mol}$

(1) معادلة الترسيب :



$$n_{o(Pb^{2+})} = C_A V_A = 50 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-2} = 10^{-3} \text{ mol} \quad (2)$$

$$n_{o(I^-)} = C_B V_B = 50 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-2} = 2 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

هذا التركيب **ستوكيوميتري** لأنه يحقق علاقة التناسب مع المعاملات الستوكيوميتريّة التالية:

$$\frac{n(Pb^{2+})}{1} = \frac{n(I^-)}{2}$$

(3) جدول التقدم :

$Pb^{2+} + 2I^-$		$\longrightarrow$	$PbI_2$	التقدم	الحالات
$10^{-3}$	$2 \times 10^{-3}$		$x$	<b>0</b>	الحالة البدئية
$10^{-3} - x$	$2 \times 10^{-3} - 2x$		$x_f$	$x_f$	حاله التحول

بما أن التركيب **ستوكيوميتري**، فإن كلا من المتفاعلين محد . ومنه :  $x_{\max} = 10^{-3} \text{ mol}$

(4) التقدم النهائي :

$$x_f = \frac{m(PbI_2)}{M(PbI_2)} = \frac{0,41}{461} = 8,89 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$M(PbI_2) = M_{Pb} + 2M_I = 207 + 254 = 461 \text{ g/mol}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{8,89 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 0,898 = 89,8 \% = 90 \% \quad \text{نسبة التقدم النهائي للتفاعل :}$$

نستنتج أن هذا الترسيب ليس بكلي فرغم أننا قد استعملنا تركيبا ستوكيوميتريا لم تترسب سوى 90% من الأيونات البدئية.

(5) تركيب المجموعة في النهاية هي كما يلي:

$$n(Pb^{2+}) = 10^{-3} - x_f = 10^{-3} - 8,89 \times 10^{-4} = 1,11 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

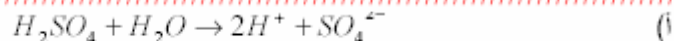
$$n(I^-) = 2 \times 10^{-3} - 2x_f = 2 \cdot 10^{-3} - 2 \times 8,89 \times 10^{-4} = 2,22 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$n(PbI_2) = x_f = 8,89 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

## 11) تمرين رقم 11 ص.

نقيس PH محلول حمض الكبريتيك تركيزه  $c = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol} / \ell$  فنجد  $pH = 1,52$ .

- (أ) علما أن جزيئة حمض الكبريتيك تحرر بروتونين عند تفاعلها مع الماء ، اكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء.  
 (ب) أنشئ جدول التقدم النهائي والتقدم الأقصى لهذا التفاعل بالنسبة ل: 100ml من هذا المحلول.  
 (ج) احسب التقدم النهائي والتقدم الأقصى لهذا التفاعل . واستنتج نسبة التقدم النهائي .  
 (د) ما هي النسبة المئوية لجزيئات حمض الكبريتيك التي تفاعلت مع الماء؟



(ب)

$H_2SO_4 + H_2O$		$\longrightarrow$		$2H^+ + SO_4^{2-}$		معادلة التفاعل	
كميات المادة ب: $m.mol$				التقدم	الحالات		
1,5	بوفرة	0	0	0	الحالة البدئية		
$1,5 - x$	بوفرة	$2x$	$x$	$x$	حالة التحول		
$1,5 - x_f$	بوفرة	$2x_f$	$x_f$	$x_f$	الحالة النهائية		

(ج) بما أن الماء موجود بوفرة فإن المتفاعل المحد هو الحمض .

$$\text{إن التقدم الأقصى يوافق: } x_{\max} = 1,5 \text{ m.mol} \Leftarrow 1,5 - x_{\max} = 0$$

استقرار  $pH$  يدل على أن المجموعة توجد في حالتها النهائية.

العلاقة:  $[H_3O^+] = 10^{-pH}$  تمكن من تحديد التركيز النهائي للأيونات  $H_3O^+$ .

$$n_{(H_3O^+)} = [H_3O^+] \times V = 10^{-1,52} \text{ mol} / \ell \times 0,1 \ell = 3 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{إن:}$$

$$2x_f = n(H_3O^+) \quad \text{من خلال جدول التقدم:}$$

$$x_f = \frac{n(H_3O^+)}{2} = 1,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \quad \text{إن:}$$

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{1,5 \times 10^{-3}} = 1 = 100\% \quad \text{نسبة التقدم النهائي:}$$

(د) النسبة المئوية لجزيئات حمض الكبريتيك التي تفاعلت مع الماء هي: 100%

SBIRO Abdelkrim lycée agricole+lycée abdellah chefchaoui Oulad Taima région d'Agadir

Royaume du Maroc

msn: [sbiabdou@hotmail.fr](mailto:sbiabdou@hotmail.fr)

mail : [sbiabdou@yahoo.fr](mailto:sbiabdou@yahoo.fr)

لا تنسوني بأدعيتكم الصالحة وأسأل الله لكم التوفيق إنه على ذلك قدير وبالإجابة جدير.