

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:

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

| 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 .

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

↑ تزايد الحمضية

#### 4 تمرين رقم 4 (50)

نتوفر على 0,5ℓ من محلول  $S_1$  ذي  $pH = 5,8$  و 20 ml من محلول  $S_2$  ذي  $pH = 3,2$ .

1) حدد كمية مادة أيونات الأوكسونيوم الموجودة في كل من المحلولين .

2) ما المحلول الأكثر حمضية؟

3) نمزج المحلولين  $S_1$  و  $S_2$  .

حدد كمية مادة أيونات الأوكسونيوم الموجودة في الخليط علماً أنه لا يحدث أي تفاعل .

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

$$n_1(H_3O^+) = [H_3O^+] \times V_1 = 1,58 \times 10^{-6} \text{ mol / } \ell \times 0,5 \ell = 7,92 \times 10^{-7} \text{ mol}$$

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

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

(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 :

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

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  $pH = 3$

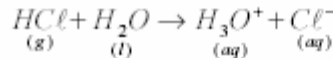
بين بوضوح الطريقة المتبعة، ثم استنتج حجم محلول حمض الكلوريدريك المأخوذ.

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 | الحالة البدئية |
| 0,04 - x                 | بوفرة | x                 | x | x                             | x | حالة التحول    |

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

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

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

نعلم 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:  $n_{(H_3O^+)} = x_f = 0,04 mol$

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

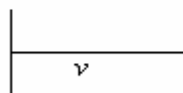
إذن تركيز محلول حمض الكلوريدريك المحصل عليه هو:  $c = 4 \times 10^{-2} mol / \ell$

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

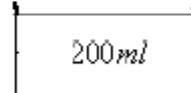
(ج) نأخذ حجماً  $v$  من المحلول ثم نضيف إليه الماء إلى أن يصبح حجم الخليط مساوياً ل:  $200 cm^3$  تسمى هذه العملية بعملية التخفيف.

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  $v_e$  من الماء

إلى أن نحصل على 200ml من الخليط.

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

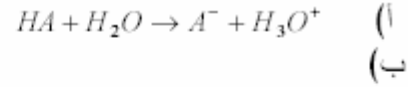
$$n_{(H_3O^+)} = n'_{(H_3O^+)}$$

$$\text{أي: } cv = c'(v + v_{eau})$$

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

## 6) تمرين رقم 6 ص 59

- نتوفر 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       | $n_0 - x$ |

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  $H_3O^+$  .

إذن :  $[H_3O^+] = 10^{-2.3} = 10^{-2.3} = 5 \times 10^{-3} \text{ mol / } \ell$

ومنه :  $x_f = [H_3O^+] \times V$

وبما أن الماء موجود بوفرة فإن التفاعل المحد هو الحمض .

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

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

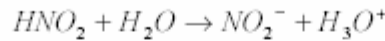
- (1) ما القاعدة المرافقة لحمض النيتروز  $HNO_2$  .  
 (2) اكتب معادلة التفاعل بين حمض النيتروز والماء.  
 (3) نحضر محلولاً مائياً  $S$  لحمض النيتروز تركيزه المولي :  $c = 5 \times 10^{-3} \text{ mol / } \ell$  .

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     |
| $CV - x_f$                                 | بوفرة | $x_f$ | $x_f$ | $x_f$ | 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:

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

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

ج) لنحدد PH المحلول

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

ومن خلال جدول التقدم :  $n_{(H_3O^+)} = x_f$

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

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

د) تركيب المجموعة بالمول في الحالة النهائية:

| $HNO_2 + H_2O \rightarrow NO_2^- + H_3O^+$ |       |                    |                    |                    |                 |
|--------------------------------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| CV                                         | بوفرة | 0                  | 0                  | 0                  | الحالة البدئية  |
| $CV - x$                                   | بوفرة | x                  | x                  | x                  | حالة التحول     |
| $CV - x_f = 0,39 m.mol$                    | بوفرة | $x_f = 0,11 m.mol$ | $x_f = 0,11 m.mol$ | $x_f = 0,11 m.mol$ | الحالة النهائية |

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

## 8) تمرين رقم 8 ص 60

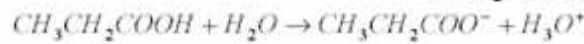
نقيس pH محلول حمض البروبانويك  $CH_3CH_2CO_2H$  تكميزه المولي  $0,15 mol / \ell$  ، فنجد  $pH = 2,9$  .

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

ب) أتمش 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)

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

$x_f$

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  $H_3O^+$ .

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

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

من خلال جدول التقدم:

$$x_f = n(H_3O^+) = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

وبما أن الماء موجود بوفرة فإن المتفاعل المحد هو الحمض.

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

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{1,26 \times 10^{-3}}{0,15} = 8,4 \times 10^{-3}$$

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

## 9) تمرين رقم 9 ص. 60:

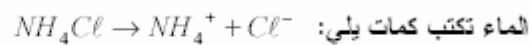
نقيس pH محلول مائي لكبريتات الأمونيوم  $NH_4Cl$  تركيزه المولي  $c = 10^{-4} \text{ mol} / \ell$  فنجد  $pH = 5,1$ .

(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     |
| $CV - x_f$                                    | بوفرة | $x_f$ | $x_f$ | $x_f$  | 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.

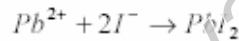
نمزج حجما  $V_A = 50 \text{ ml}$  من محلول نترات الرصاص  $(Pb^{2+} + 2NO_3^-)$ ، تركيزه  $c_A = 2 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، وحجما

$V_B = 50 \text{ ml}$  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 للتفاعل 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 :

| $Pb^{2+} + 2I^-$ |                         | $PbI_2$ | التقدم | الحالات        |
|------------------|-------------------------|---------|--------|----------------|
| $10^{-3}$        | $2 \times 10^{-2}$      | $x$     | 0      | الحالة البدئية |
| $10^{-3} - x$    | $2 \times 10^{-2} - 2x$ | $x_f$   | $x_f$  | حالة التحول    |

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

(4) التقدم النهائي :

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

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

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{8,89 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 0,889 = 88,9 \% \approx 90 \% \quad \text{نسبة التقدم النهائي للتفاعل :}$$

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.

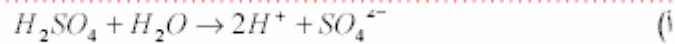
نقيس PH محلول حمض الكبريتيك تركيزه  $c = 1,5 \times 10^{-2} \text{ mol} / \ell$  فنجد  $pH = 1,52$ .

(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 لـ: 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 | الحالات         |
|---------------------------------------------------|-------|--------|-------|----------------|-----------------|
| كميات المادة بـ: m.mol                            |       |        |       | التقدم         |                 |
| 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 من الحمض

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:  $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-1,52}$  تمكن من تحديد التركيز النهائي للأونات  $H_3O^+$ .

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

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

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

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

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