

من الكتاب المدرسي المفيد في الكيمياء

(1) تمرين 1 ص 59

أتمم الجدول التالي:

- أ) الحمض هو كل نوع كيميائي قادر على بروتون أو أكثر.
- ب) القاعدة هي كل نوع كيميائي قادر على بروتون أو أكثر
- ج) القاعدة المرافق 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 المرافق ل: CH_3NH_2 هي $CH_3NH_3^+$.
- د) الحمض المرافق ل: NH_4^+ هو NH_3 .
- 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: NH_4^+ / NH_3 وقاعدة المزدوجة: H_3O^+ / H_2O ب) حمض المزدوجة: NH_4^+ / NH_3 وقاعدة المزدوجة: H_2O / HO^- د- حمض المزدوجة: HCO_3^- / CO_3^{2-} وقاعدة المزدوجة: CH_3COOH / CH_3COO^-

تصحيح:

أ- معادلة التفاعل بين حمض المزدوجة H_3O^+ / H_2O وقاعدة المزدوجة: NH_4^+ / NH_3 ب- معادلة التفاعل بين حمض المزدوجة: H_2O / HO^- وقاعدة المزدوجة: NH_4^+ / NH_3 ج- معادلة التفاعل بين حمض المزدوجة CH_3COOH / CH_3COO^- وقاعدة المزدوجة: HCO_3^- / CO_3^{2-} (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
4×10^{-8}	..	الدم

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

ارتفاع الحمضية يواكب تناقص pH .

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

أتمرين رقم 4 ص 59

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

(1) حدد كمية مادة أيونات الأكسونيوم الموجودة في كل من محلولين .

(2) ما محلول الأكثر حموضة؟

(3) انتزج محلولين S_1 و S_2 .

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

(1) بالنسبة للمحلول S_1 $n(H_3O^+) = 10^{-3,2} = 1,58 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$:

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

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

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

(2) محلول الأكثر حموضة هو S_2 . كلما كان pH أصغر كلما كان محلول الحمض أكثر حموضة.

(3) كمية مادة أيونات الأوكسونيوم في الخليط هي :

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

إذن تركيز الأيونات H_3O^+ في الخليط يصبح :

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

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 يوازية ℓ من غاز كلورور الهيدروجين في الماء للحصول على ℓ من محلول . علماً أن نسبة التقدم النهائي للتفاعل هي: $\tau = 1$.

(أ) احسب التركيز المولى لأيونات الأكسونيوم في محلول.

(ب) ما pH محلول ؟ علل جوابك.

ج) نرد انطلاقاً من محلول سابق ، تحضير $200ml$ من محلول حمض الكلوريدريك ذي $pH = 3$ بين بوضوح الطريقة المتبعه، ثم استنتج حجم محلول حمض الكلوريدريك المأخوذ.

نعطي الجم المولى : $V_M = 25\ell/mol$



التصحيح:

لتكتب معادلة ذوبان غاز كلورور الهيدروجين في الماء:



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

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

جدول تقدم التفاعل:

					التقدم
		H_3O^+	Cl^-		الحالة
		0	0	0	البدئية
0,04	بوفرة				حالة
$0,04 - x$	بوفرة	x	x	x	تحول

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

بنا أن الماء موجود بوفرة فإن المتفاعله المحد هو

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

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

إذن : $x_f = x_{\max} = 0,04mol$

من جهة أخرى لدينا من خلال جدول التقدم :

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

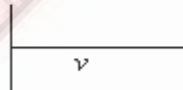
إذن تركيز محلول حمض الكلوريدريك المحصل عليه هو :

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

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

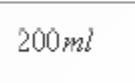
حجم v من محلول لحمض الكلوريدريك ذي التركيز المولى

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



محلول حمض الكلوريدريك ذي التركيز المولى

$$c'$$



نضيف إليه حجماً v من الماء

إلى أن نحصل على $200ml$ من الخليط.

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

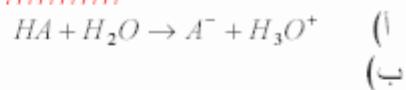
$$n_{(H_3O^+)} = n'_{(H_3O^+)}$$

$$cv = c'(v + v_{\text{excess}}) \quad \text{أي:}$$

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

6) تمرين رقم 6 ص 59

- نتوفر على محلول حمض HA تركيزه المولي : $pH = 2,3$ و $c = 5 \times 10^{-3} mol/\ell$
- اكتب معادلة تفاعلها مع الماء.
 - احسب نسبة التقدم τ لهذا التفاعل.



					الحالة
					الحالة البدئية
					حالة التحول
n_0	بوفرة	0	0	0	
$n_0 - x$	بوفرة	x	x	x	

$$n_o = c \cdot V = 5 \times 10^{-3} \times V \quad \text{لدينا :}$$

استقرار pH يدل على أن المجموعة توجد في حالتها النهائية.

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

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

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

وبما ان الماء موجود بوفرة فإن المتفاعل المد هو الحمض .

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

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

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

- ما القاعدة المرافق لحمض النيتروز HNO_2 .
- اكتب معادلة التفاعل بين حمض النيتروز والماء.
- تحضر محلولا مائيا S لحمض النيتروز تركيزه المولي : $c = 5 \times 10^{-3} mol/\ell$

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

أ) احسب التقدم الأقصى بالنسبة لحجم $V = 50m\ell$ من محلول S

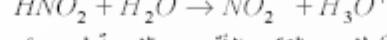
ب) احسب التقدم النهائي للتفاعل.

ج) استنتاج PH للمحلول

د) ما تركيب المجموعة بالمول في الحالة النهائية؟

1) القاعدة المرافقة لحمض النيتروز HNO_2 هي:

2) معادلة التفاعل بين حمض النيتروز والماء.



(أ) لنحدد التقدم الأقصى بالنسبة لحجم $V = 50m\ell$ من المحلول S

جدول التقدم :

$HNO_2 + H_2O \rightarrow NO_2^- + H_3O^+$					
CV	بوفرة	0	0	0	الحالة البدنية
$CV - x$	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 المهد هو الحمض .

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

وبالتالي فإن نسبة التقدم النهائي للتفاعل هي :

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

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

ج) لنحدد pH المحلول

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

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

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

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

د) تركيب المجموعة بالمول في حالة النهاية :

$HNO_2 + H_2O \rightarrow NO_2^- + H_3O^+$						التقدم
CV	بوفرة	0	0	0	الحالة البدنية	
$CV - x$	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	

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

تمرين رقم 8 ص 60

نقيس pH محلول حمض البروبانويك $CH_3CH_2CO_2H$ تكizerه 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 لـ 1ℓ من المحلول.

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



(٢)

$CH_3CH_2COOH + H_2O \longrightarrow CH_3CH_2COO^- + H_3O^+$				معادلة التفاعل	
كميات المادة ب: mol				النقدم	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	النهاية

 x_f

كمية المادة البدئية لحمض البروباتيك:

$$n_0 = C \cdot V = 0,15 \text{ mol/l} \times 1\ell = 0,15 \text{ mol}$$

استقرار pH يدل على أن المجموعة توجد في حالتها النهاية.

العلاقة: $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ تمكن من تحديد التركيز النهائي للأيونات $[H_3O^+] = 10^{-2,9} = 1,26 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$

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

إذن: من خلال جدول النقدم:

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

وبيما ان الماء موجود بوفرة فإن المتفاعل المدح هو الحمض.

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

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

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

تمرين رقم 9 ص.60:

- نقيس pH محلول مائي لكlorور الأمونيوم NH_4Cl تركيزه المولى $c = 10^{-1} \text{ mol/l}$, فنجد
- ما الحمض الذي يحتوي عليه هذا محلول؟ وما القاعدة المرافقة له؟
 - هل التحول الحاصل كلي؟ علل جوابك.
 - ما نسبة النقدم النهائي لهذا التفاعل؟

- (أ) نعلم أن كلورور الأمونيوم NH_4Cl مركب أيوني كثير الذوبان في الماء، معادلة ذوبانه في الماء تكتب كما يلى:
- $$NH_4Cl \rightarrow NH_4^+ + Cl^-$$

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

- إذن الحمض الذي يحتوي عليه هذا محلول هو NH_4^+ والقاعدة المرافقة له هي: . NH_3
- (ب) لنرسم جدول تقدم التفاعل:

$NH_4^+ + H_2O \longrightarrow NH_3 + H_3O^+$				النقدم	الحالات
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	النهاية

لدينا :

$$x_{\max} = CV$$

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

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+] \times V}{C.V} = \frac{[H_3O^+]}{C}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-5.1} = 7.94 \times 10^{-6} \text{ mol/l}$$

بما أن : $\tau \neq 1$ إذن التفاعل الحاصل ليس بكلي.

د) نسبة التقدم النهائي لهذا التفاعل :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{[H_3O^+] \times V}{C.V} = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{7.94 \times 10^{-6}}{10^{-1}} = 7.94 \times 10^{-5}$$

$$\tau = 7.94 \times 10^{-5} \text{ % اي:}$$

(10) تمرين رقم 10 ص.

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

$V_B = 50 \text{ ml}$ من محلول يودور البوتاسيوم ($K^+ + I^-$) ، تركيزه $C_B = 4 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ ، فلاحظ ظهور راسب أصفر ليودور الرصاص PbI_2 .

ترشح الخليط ، وبعد غسل وتجفيف الراسب ، تحدد كتلته ، فتجد $m = 0.41 \text{ g}$

1) اكتب معادلة الترسيب .

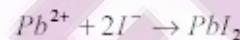
2) احسب كمية مادة كل من أيونات الرصاص وأيونات اليود في الحالة البدئية. ماذا نلاحظ بخصوص تركيب هذا الخليط.

3) ما التقدم الأقصى لتفاعل الترسيب؟

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

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

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 **ستوكيميتري** لأنه يحقق علاقة التاسب مع المعاملات стокиметрическая التالية:

3) جدول التقدم :

$Pb^{2+} + 2I^- \longrightarrow PbI_2$		التقدم	الحالات
10^{-3}	2×10^{-3}	x	الحالة البدئية
$10^{-3} - x$	$2 \times 10^{-3} - 2x$	x_f	حاله التحول

بما أن التركيب **ستوكيميتري** ، فإن كلا من المتفاعلين محد . ومنه :

4) التقدم النهائي :

$$x_f = \frac{m(PbI_2)}{M(PbI_2)} = \frac{0.41}{461} = 8.89 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

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

$$\tau = \frac{x_f}{x_{\max}} = \frac{8.89 \times 10^{-4}}{10^{-3}} = 0.898 = 89.8\% = 90\%$$

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

(5) تركيب المجموعة في النهاية هي كما يلى:

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

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

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

(11) تمرين رقم 11 ص.

نقس PH محلول حمض الكبريتิก تركيزه $c = 1,5 \times 10^{-2} mol/\ell$ فجده $pH = 1,52$.

(ا) علما أن جزيئه حمض الكبريتيك تحرر ببروتونين عند تفاعله مع الماء ، اكتب معادلة تفاعل هذا الحمض مع الماء.

(ب) أنشئ جدول التقدم النهائي والتقدم الأقصى لهذا التفاعل بالنسبة لـ $100ml$ من هذا محلول.

(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)

(ب)

				معادلة التفاعل	
				التقدم	الحالات
كميات المادة ب: m.mol					
1,5	بوفرة	0	0	0	الحالة البدنية
$1,5 - x$	بوفرة	$2x$	x	x	حالة التحول
$1,5 - x_f$	بوفرة	$2x_f$	x_f	x_f	الحالة النهائية

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

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

استقرار pH يدل على أن المجموعة توجد في حالتها النهائية .

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

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

من خلال جدول التقدم: $2x_f = n(H_3O^+)$

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

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{1,5 \times 10^{-3}}{1,5 \times 10^{-2}} = 1 = 100\% \quad \text{نسبة التقدم النهائي :}$$

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