إجابات أسئلة الدروس

محاليل الحموض الضعيفة

شبكة منهاجي التعليمية

إعداد: أ. أحمد الحسين

سؤال (1):

أحسب تركيز أيونات H_3O^+ في محلول حمض النيتروجين (III) HNO_2، الذي تركيزه 0.03 M علماً أن

$K_a = 4.5 \times 10^{-4}$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[NO_2^-]}{[HNO_2]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HNO_2]} \qquad [H_3O^+] = [NO_2^-]$$

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+]^2}{0.03}$$

$$[H_3O^+]^2 = 4.5 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-2} = 13.5 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين:

$$[H_3O^+] = \sqrt{13.5 \times 10^{-6}} \approx 3.7 \times 10^{-3}\ M$$

سؤال (2):

أحسب الرقم الهيدروجيني pH لمحلول حمض الهيدروسيانيك HCN ، الذي تركيزه 0.02 M

علماً أن $K_a = 4.9 \times 10^{-10}$, $\log 3.1 = 0.49$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[CN^-]}{[HCN]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HCN]} \qquad [H_3O^+] = [CN^-]$$

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{[H_3O^+]^2}{0.02}$$

$$[H_3O^+]^2 = 4.9 \times 10^{-10} \times 2 \times 10^{-2} = 9.8 \times 10^{-12}$$

وبأخذ جذر الطرفين:

$$[H_3O^+] = \sqrt{9.8 \times 10^{-12}} \approx 3.1 \times 10^{-6}\ M$$

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

$pH = - \log (3.1 \times 10^{-6}) = 6 - \log 3.1 = 6 - 0.49 = 5.51$

☜ سؤال (3):

أحسب كتلة حمض الكبريت (IV) H_2SO_3 اللازمة لتحضير محلول منه حجمه 0.5 L ورقمه الهيدروجيني يساوي 2 . علماً أن $Mr = 82\ g/mol$, $K_a = 1.3 \times 10^{-2}$

أحسب تركيز أيون H_3O^+ من قيمة الرقم الهيدروجيني:

$[H_3O^+] = 10^{-pH}$

$[H_3O^+] = 10^{-2} = 1 \times 10^{-2}\ M$

أكتب معادلة تأين الحمض:

$$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$$

أكتب قانون ثابت تأين الحمض:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[HSO_3^-]}{[H_2SO_3]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[H_2SO_3]} \qquad [H_3O^+] = [HSO_3^-]$$

أعوض تراكيز H_3O^+ عند الاتزان، وقيمة K_a :

$$[H_2SO_3] = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a} = \frac{(1 \times 10^{-2})^2}{1.3 \times 10^{-2}} = \frac{1 \times 10^{-4}}{1.3 \times 10^{-2}} = 0.77 \times 10^{-2}\ M$$

أحسب عدد مولات الحمض (n) من تركيز الحمض وحجمه:

$$M = \frac{n}{V}$$

$n = M \times V = 0.77 \times 10^{-2} \times 0.5 = 0.385 \times 10^{-2}\ mol$

أحسب كتلة الحمض (m) من عدد مولاته وكتلته المولية:

$$n = \frac{m}{Mr}$$

$m = n \times Mr = 0.385 \times 10^{-2} \times 82 \times 10^{-1}\ g$

☜ سؤال (4):

أحسب قيمة pH في محلول حمض الميثانويك HCOOH بتركيز 0.1 M

علماً أنّ: $K_a = 1.6 \times 10^{-4}$, $\log 4 = 0.6$

أكتب قانون ثابت تأين الحمض:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HCOOH]} \qquad [H_3O^+] = [HCOO^-]$$

أعوض التراكيز عند الاتزان، وقيمة K_a :

$$1.6 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+]^2}{0.1}$$

$$[H_3O^+]^2 = 1.6 \times 10^{-4} \times 0.1 = 16 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين:

$$[H_3O^+] = \sqrt{16 \times 10^{-6}} = 4 \times 10^{-3}\ M$$

أحسب قيمة الرقم الهيدروجيني من تركيز الهيدرونيوم:

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

$$pH = - \log (4 \times 10^{-3}) = 3 - \log 4 = 3 - 0.6 = 2.4$$

☜ سؤال (5):

أحسب قيمة الرقم الهيدروجيني pH لمحلول HF تركيزه 0.05 M. ($\log 6 = 0.78$)

علماً بأن ثابت تأين الحمض (K_a) يساوي 7.2×10^{-4}

أكتب قانون ثابت تأين الحمض:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[F^-]}{[HF]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HF]} \qquad [H_3O^+] = [F^-]$$

أعوض التراكيز عند الاتزان، وقيمة K_a :

$$7.2 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+]^2}{0.05}$$

$$[H_3O^+]^2 = 7.2 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين:

$$x = [H_3O^+] = \sqrt{36 \times 10^{-6}} = 6 \times 10^{-3}\ M$$

أحسب قيمة الرقم الهيدروجيني من تركيز الهيدرونيوم:

شبكة منهاجي التعليمية

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

$pH = - \log (6 \times 10^{-3}) = 3 - \log 6 = 3 - 0.78 = 2.22$

☜ سؤال (6):

أحسب تركيز محلول حمض HNO_2 الذي رقمه الهيدروجيني 2.53 pH

علماً أن ثابت تأين الحمض (K_a) يساوي 4.5×10^{-4} . ($\log 3 = 0.47$)

$[H_3O^+] = 10^{-pH}$

$[H_3O^+] = 10^{-2.53} = 10^{0.47} \times 10^{-3} = 3 \times 10^{-3}$ M

أكتب قانون ثابت تأين الحمض:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[NO_2^-]}{[HNO_2]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HNO_2]} \qquad [H_3O^+] = [NO_2^-]$$

أعوض تراكيز الهيدرونيوم عند الاتزان، وقيمة K_a :

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{(3 \times 10^{-3})^2}{[HNO_2]}$$

$$[HNO_2] = 2 \times 10^{-2} \text{ M}$$

☜ سؤال (7):

أحسب قيمة K_a للحمض الضعيف HZ إذا كان الذي تركيز محلوله 0.2 M، ورقمه الهيدروجيني يساوي (4).

أحسب تركيز الهيدرونيوم من قيمة الرقم الهيدروجيني:

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-4} = 1 \times 10^{-4}$ M

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[Z^-]}{[HZ]} = \frac{[H_3O^+]}{[HZ]}$$

$$K_a = \frac{(1 \times 10^{-4})^2}{0.2} = 5 \times 10^{-8}$$

☜ سؤال (8):

أذيب 1.22 g من حمض البنزويك (C_6H_5COOH) في لتر من الماء فتبين أن $[H_3O^+]$ يساوي 8×10^{-4} M
أحسب قيمة K_a (الكتلة المولية للحمض $Mr = 122$ g/mol).

أحسب عدد مولات الحمض (n) من كتلته وكتلته المولية:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{1.22}{122} = 0.01 \text{ mol}$$

أحسب تركيز الحمض من عدد مولاته وحجمه:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.01}{1} = 0.01 \text{ M}$$

أكتب قانون ثابت تأين الحمض:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[C_6H_5COOH]} \qquad [H_3O^+] = [C_6H_5COO^-]$$

أعوض التراكيز عند الاتزان، وأحسب K_a :

$$K_a = \frac{(8 \times 10^{-4})^2}{1 \times 10^{-2}}$$

$$K_a = 64 \times 10^{-6}$$

☜ سؤال (9):

الجدول أدناه يمثل ثلاثة محاليل مائية لثلاثة حموض ضعيفة برموز افتراضية، معتمداً على المعلومات الواردة في الجدول، أجد قيم كل من (X)، (Y)، (Z). (log 4 = 0.6 , log 7 = 0.85)

الحمض	K_a	تركيز الحمض (M)	pH
HA	4.9×10^{-10}	0.1	X
HB	4×10^{-4}	Y	2.4
HC	Z	0.2	4

الحمض	K_a	تركيز الحمض (M)	pH
HA	4.9×10^{-10}	0.1	5.15
HB	4×10^{-4}	4×10^{-2}	2.4
HC	5×10^{-8}	0.2	4

☜ سؤال (10):

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأين (K_a) لبعض الحموض الضعيفة عند درجة 25°C، أدرس الجدول ثم أجيب عن الأسئلة التي تليه:

اسم الحمض	صيغة الحمض	K_a
حمض الكبريتيت	H_2SO_3	1.3×10^{-2}
حمض الهيدروفلوريك	HF	6.8×10^{-4}
حمض النيتروجين III	HNO_2	4.5×10^{-4}
حمض الميثانويك	HCOOH	1.7×10^{-4}
حمض البنزويك	C_6H_5COOH	6.3×10^{-5}
حمض الإيثانويك	CH_3COOH	1.7×10^{-5}
حمض الكربونيك	H_2CO_3	4.3×10^{-7}
حمض أحادي الهيبوكلوريك	HClO	3.5×10^{-8}
حمض الهيدروسيانيك	HCN	4.9×10^{-10}

1- أكتب صيغة الحمض الأقوى والحمض الأضعف في الجدول، ثم أكتب صيغة القاعدة المرافقة لكل منهما.

صيغة الحمض الأقوى: H_2SO_3 ، وصيغة الحمض الأضعف: HCN ، صيغة القاعدة المرافقة للحمض الأقوى: HSO_3^- ، وصيغة القاعدة المرافقة للحمض الأضعف: CN^- .

2- أي محلولي الحمضين: H_2CO_3 أم HNO_2 المتساويين في التركيز يكون تركيز H_3O^+ أعلى؟

للحمض: HNO_2 تركيز H_3O^+ أعلى؛ لأن له ثابت تأين أعلى.

3- أيهما له أعلى رقم هيدروجيني: محلول HF أم HClO (لهما التركيز نفسه)؟

الحمض: HClO له أعلى رقم هيدروجيني؛ لأن له ثابت تأين أقل.

4- أيّ الحمضين: HCOOH أم C_6H_5COOH أكثر تأيناً في الماء؟

الحمض: HCOOH أكثر تأيناً في الماء؛ لأن له ثابت تأين أعلى.

5- أي محلولي الحمضين: H_2CO_3 أم H_2SO_3 يكون تركيز حمضه أكبر عند الاتزان (تركيزهما متساوٍ في بداية التفاعل)؟

الحمض: H_2CO_3

6- أي محلول الحموض يكون تركيز قاعدته المرافقة أكبر عند الاتزان (لهما التركيز نفسه)؟

الحمض: HCN

7- هل تتوقع أن تكون قيمة pH لمحلول حمض الإيثانويك الذي تركيزه 0.01 M أكبر أم أقل من 2 ؟ ولماذا؟

نفترض أن لدينا حمضاً قوياً تركيزه (0.01 M)، وعليه يكون:
تركيـزه = تركيـز أيـون الهيـدرونيوم = (0.01 M)، وتكـون قيمـة pH لمحلولـه (2)، وبمـا أن حمـض الإيثانويك حمضاً ضعيفاً، وله التركيز نفسه، لذا تكون قيمة pH لمحلوله أعلى من (2).

☜ سؤال (11):

يبين الجدول التالي قيم ثوابت التأين (K_a) لأربعة حموض برموز افتراضية، أجيب عن الأسئلة الآتية:

الحمض	K_a	تركيز محلول الحمض (M)
HA	4×10^{-7}	0.4
HB	1×10^{-5}	0.9
HC	2×10^{-5}	0.2
HD	4×10^{-8}	0.25

1- أي الحموض أقوى؟

الحمض الأقوى هو HC لأن له أعلى قيمة K_a .

2- أي الحموض أقل تأيناً في الماء؟

الحمض الأقل تأيناً هو الحمض الأقل K_a ، وهو HD .

3- في أي محاليل الحموض يكون تركيز أيون الهيدرونيوم أعلى؟

بما أن تركيز الحمضين غير متساوٍ لذا لا يجوز الاعتماد على قيمة K_a فقط لمعرفة أي المحلولين يمتلك تركيز أيون هيدرونيوم أعلى، وبحساب تركيز أيون الهيدرونيوم للمحاليل يتبين أن الحمض HB هو الأعلى.

4- أي محاليل الحموض أعلى pH ؟

الحمض HD أعلى pH لأن له تركيز هيدرونيوم أقل.

5- أي القاعدتين: B^- أم C^- أقوى؟

القاعدة B^- ؛ لأن الحمض HB أضعف من الحمض HC .

☜ سؤال (12):

يبين الجدول المجاور تركيز أيون الهيدروكسيد لأربعة حموض ضعيفة متساوية التركيز. أدرس الجدول ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

الحمض	$[OH^-]$ (M)
HX	7×10^{-10}
HY	4×10^{-8}
HZ	4×10^{-10}
HQ	2×10^{-9}

1- أكتب صيغة الحمض الأقوى.

HZ

2- أكتب صيغة القاعدة المرافقة في محلول الحمض الأضعف.

Y^-

3- أكتب صيغة القاعدة المرافقة للحمض الذي يمتلك محلوله قيمة pH أعلى.

Y^-

4- ما القاعدة المرافقة لكل من الحموض المذكورة؟

X^-, Y^-, Z^-, Q^-

5- أي محاليل الحموض المذكوره تمتلك قيمة pH أقل؟

HZ

6- أرتب الحموض الموجودة في الجدول حسب قدرتها على التأين.

HY < HQ < HX < HZ

7- أي محاليل الحموض يوصل التيار الكهربائي بشكل أكبر؟

HZ

8- أي محلولي الحمضين: (HX أم HQ) يمتلك $[H_3O^+]$ أقل؟

HQ

9- أكتب صيغ الدقائق الموجودة في محلول HZ عند الاتزان.

HZ , H_2O , Z^- , H_3O^+

10- أي الاتجاهين يرجح عند الاتزان عند تفاعل الحمض HZ مع القاعدة X^- .

الاتجاه الأمامي.

☜ سؤال (13):

محلول الحمض الضعيف HY تركيزه 1 M، وتركيز أيون H_3O^+ فيه 2×10^{-2} M، أحسب قيمة pH لمحلول تركيزه 0.01 M من الحمض HY . (log 2 = 0.3)

نحسب قيمة الثابت K_a من المعطيات الأولى للسؤال:

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[Y^-]}{[HY]}$$

$$K_a = \frac{[H_3O]^2}{HY}$$

$$K_a = \frac{(2 \times 10^{-2})^2}{1} = 4 \times 10^{-4}$$

ومن معرفة قيمة الثابت K_a وتركيز الحمض الجديد نحسب قيمة الرقم الهيدروجيني pH :

$$K_a = \frac{[H_3O^+]\,[Y^-]}{[HY]}$$

$$4 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+]^2}{1 \times 10^{-2}}$$

$[H_3O^+] = 2 \times 10^{-3}\ M$

$pH = 2.7$

☜ سؤال (14):

يبين الجدول المجاور بعض محاليل الحموض الضعيفة بتركيز 0.01 M لكل منها، ومعلومات عن كل محلول. أجيب عن الأسئلة الآتية:

الحمض	المعلومات
HD	$K_a = 2 \times 10^{-7}$
HC	$K_a = 4 \times 10^{-6}$
HZ	$[Z^-] = 5 \times 10^{-5}\ M$
HB^+	$[B] = 2 \times 10^{-4}\ M$
HQ	pH = 5
HX	pH = 3.4

1- أي الحمضين: HD أم HC هو الأقوى؟

HC

2- أي محلولي الحمضين: HZ أم HB^+ يمتلك $[OH^-]$ أعلى؟

HZ

3- أي الحمضين: HQ أم HX يمتلك قيمة K_a أعلى؟

HX

4- أي محلولي الحمضين: HQ أم HZ يمتلك قيمة pH أقل؟

HZ

5- أي الحمضين: HX أم HZ أكثر تأيناً في الماء؟

HX

6- كم تبلغ قيمة pH لمحلول الحمض HB^+ ؟ (log 2 = 0.3)

3.7

7- كم تبلغ قيمة pH لمحلول الحمض HB^+ تركيزه (1 M)؟ (log 2 = 0.3)

2.7

☜ سؤال (15):

يبيّن الجدول الآتي عدداً من محاليل الحموض الافتراضية الضعيفة متساوية التركيز (0.1 M) وقيم pH لها، أدرس الجدول، ثمّ أجيب عن الأسئلة التي تليه:

محلول الحمض	XH^+	HY	H_2A	HQ	HZ	HB^-
pH	5	4	3	4.5	6	6.3

1- أي الحمضين أقوى: HY أم HQ ؟

HY

2- أكتب معادلة تفاعل Y^- مع H_2A .

$$H_2A + B^- \leftrightharpoons HA^- + HB$$

3- أكتب معادلة تفاعل HB^- مع الماء.

$$HB^- + H_2O \leftrightharpoons B^{-2} + H_3O^+$$

4- أي حموض الجدول يمتلك قيمة K_a أعلى؟

H_2A

5- كم تبلغ قيمة K_a للحمض HZ ؟

1×10^{-11}

6- كم تبلغ نسبة $[H_3O^+]$ إلى $[OH^-]$ في محلول الحمض HZ ؟

200

7- ما صيغة القاعدة المرافقة لكل من الحمضين H_2A و XH^+ ؟

X , HA^-

☜ سؤال (16):

أرتب محاليل الحموض التالية وفق زيادة قيمة pH إذا كانت تراكيزها متساوية:

$(K_a = 1.7 \times 10^{-4})$ HCOOH ، HCl ، $(K_a = 1.8 \times 10^{-5})$ CH_3COOH

HCl < HCOOH < CH_3COOH

شبكة منهاجي التعليمية