تمارين وتدريبات في الحموض والأسس:

أولاً – اختر الإجابة الصحيحة:

١) إذا علمت أنّ ثابت تأين الماء $K_w = 10^{-14}$ في الدرجة 25°C فيكون $[H_3O^+]$ من أجل المحلول المعتدل مقدراً بـ $mol.L^{-1}$:

10^{+14}	a	10^{-14}	b	**10^{-7}**	**c**	10^{+7}	d

شرح طريقة الحل:

في الوسط المعتدل يكون $pH = 7$ أي أنّ: $[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-7} mol.L^{-1}$

٢) المحلول المائي الذي له أصغر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية في التركيز: (د٢ ٢٠١٥)

H_2O	a	NH_4OH	b	**HNO_3**	**c**	HCOOH	d

شرح طريقة الحل: المحلول الذي له أصغر pH هو محلول الحمض الأقوى.

٣) محلول مائي لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ تكون قيمة pH هذا المحلول مساوية: (د١ ٢٠١٧)

2	b	13	c	**12**	d	1	a

شرح طريقة الحل: بما أنّ هيدروكسيد الصوديوم أساس قوي أحادي الوظيفة:

$$C_b = 0.01 = [OH^-] \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{0.01} = 10^{-12} mol.L^{-1}$$

وبالتالي: $\text{pH} = -\log[H_3O^+] = -\log(10^{-12}) = 12$

٤) محلول مائي لحمض الآزوت تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ عند تمديده 10 مرات، تصبح قيمة pH المحلول: (د٢ ٢٠١٧)

1	a	2	b	3	c	**4**	**d**

شرح طريقة الحل: بما أنّ حمض الآزوت حمض قوي أحادي الوظيفة:

$$C_a = 0.01 mol.L^{-1}$$

قمنا بتمديد المحلول 10 مرات أي أصبح تركيزه أقل بـ 10 مرات:

$$C'_a = \frac{0.01}{10} = 10^{-3} mol.L^{-1} = [H_3O^+]'$$

$$pH' = -\log[H_3O^+]' = -\log(10^{-3}) = 3$$

٥) محلول مائي لحمض الآزوت حجمه 50mL وتركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$، يمدد بالماء المقطر ليصبح تركيزه $0.04 mol.L^{-1}$ فيكون حجم الماء المقطر المضاف يساوي: (د١ ٢٠١٨)

250 mL	a	300 mL	b	200mL	c	100mL	d

شرح طريقة الحل:

$$C = 0.2\ mol.L^{-1}, V = 50\ mL$$
$$C' = 0.04\ mol.L^{-1}, \quad V' = ?$$
$$C.V = C'.V'$$
$$V' = \frac{C.V}{C'} = \frac{0.2 \times 50}{0.04} = \frac{10}{0.04} = 250\ mL$$

وبالتالي حجم الماء المقطر المضاف:

$$V'' = V' - V = 250 - 50 = 200\ mL$$

٦) محلول مائي لحمض كلور الماء تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ تكون قيمة pOH لهذا المحلول مساوية: (د١ ٢٠١٩)

11	d	2	c	1	b	**12**	**a**

شرح طريقة الحل: بما أنّ حمض كلور الماء حمض قوي أحادي الوظيفة يكون:

$$C_a = 0.01\ mol.L^{-1} = [H_3O^+]$$

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{0.01} = 10^{-12} mol.L^{-1}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log(10^{-12}) = 12$$

٧) المحلول المائي الذي له أكبر قيمة pH من بين المحاليل المتساوية في التركيز: (د١ ٢٠٢٠)

CH_3COOH	d	HNO_3	c	NH_4OH	b	**NaOH**	**a**

شرح طريقة الحل: الأساس الأقوى هو الذي له أكبر pH.

٨) المركب المذبذب وفق نظرية (برونشتد – لوري) من المركبات الآتية هو: (د٢ ٢٠٢٠)

HI	d	BF_3	c	**H_2O**	**b**	PH_3	a

٩) محلول مائي لحمض النمل $HCOOH$ تركيزه الابتدائي $0.5\ mol.L^{-1}$ وثابت تأينه 2×10^{-4} فتكون قيمة pH المحلول مساوية إلى:

10^{-12}	d	10^{-2}	c	12	b	2	a

شرح طريقة الحل: بما أنّ حمض النمل حمض ضعيف فإنّ:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} = \sqrt{2 \times 10^{-4} \times 0.5} = \sqrt{10^{-4}} = 10^{-2} mol.L^{-1}$$

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

١٠) محلول مائي لهيدروكسيد البوتاسيوم KOH تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ نمدده بالماء المقطر 100 مرة، فتصبح قيمة pH المحلول مساوية إلى:

13	d	12	c	11	b	**10**	**a**

شرح طريقة الحل:

$$C_b = 0.01\ mol.L^{-1} = [OH^-]$$

$$C_b' = \frac{0.01}{100} = 10^{-4} mol.L^{-1} = [OH^-]'$$

$$[H_3O^+]' = \frac{10^{-14}}{[OH^-]'} = \frac{10^{-14}}{10^{-4}} = 10^{-10}\ mol.L^{-1}$$

$$pH' = -log[H_3O^+] = -log(10^{-10}) = 10$$

١١) المحلول الذي له أصغر قيمة pH من بين المحاليل الآتية المتساوية التراكيز هو محلول:

HCN	d	**HNO_3**	**c**	NH_4OH	b	NaOH	a

١٢) إحدى الأزواج الآتية لا تشكل زوج (أساس/حمض) حسب برونشتد – لوري:

HCN/CN^-	d	**HNO_3/HNO_2**	**c**	H_2O/OH^-	b	NH_4^+/NH_3	a

شرح طريقة الحل: الأزواج المترافقة يكون فيها الفرق بين الحمض وأساسه المرافق هو ذرة هيدروجين واحدة.

ثانياً – أجب عن الأسئلة التالية:

١- يعتبر الماء من المركبات المذبذبة، وضح ذلك بكتابة المعادلات اللازمة. (د١ ٢٠١٦)

الحل:

لأنه يسلك سلوك حمض مع الأسس وأساس مع الحموض.

فمثلاً يسلك سلوك حمض بمنحه بروتون:

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^-$$

ويسلك سلوك أساس باستقباله بروتون:

$$H_2O + H^+ \rightleftarrows H_3O^+$$

(ملاحظة من سلم التصحيح: تقبل أي معادلة صحيحة بعبارات صحيحة).

٢- علل: يعتبر النشادر أساس حسب نظرية لويس؟ (علماً أنّ: $Z = 1$ للهيدروجين، و $Z = 7$ للنتروجين). (د٢ ٢٠١٦)

الحل:

لأنه قادر على منح زوج الكتروني.

٣- لديك التفاعل الممثل بالمعادلة الآتية: $NH_3 + BF_3 \rightarrow (H_3N \rightarrow BF_3)$ (د١ ٢٠١٣، د١ ٢٠١٨)

حدد كلاً من حمض لويس وأساس لويس في هذا التفاعل ثم علل اجابتك.

الحل:

BF_3: حمض لويس (استقبل زوج الكتروني)، NH_3: أساس لويس (منح زوج الكتروني).

٤- لديك محلول مائي للنشادر تركيزه الابتدائي $C_b\ mol.L^{-1}$، اكتب معادلة تأينه، ثم اكتب علاقة درجة تأينه. "د١ ٢٠١٤"

الحل:

$$NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$$

$$\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$$

٥- اكتب معادلة تأين حمض الآزوت في الماء ثم حدد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظرية برونشتد – لوري. (د١ ٢٠١٧)

الحل:

$$HNO_3 + H_2O \rightarrow NO_3^- + H_3O^+$$

الأزواج المترافقة (HNO_3/NO_3^-) ، (H_3O^+/H_2O)

٦- محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين، المطلوب: (د٢ ٢٠١٩)

a) اكتب معادلة تأين هذا الحمض.

b) اكتب العلاقة المعبرة عن درجة تأين هذا الحمض.

الحل:

$$HCN + H_2O \rightleftarrows CN^- + H_3O^+$$

$$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$$

٧- يعتبر الماء ذو طبيعة مذبذبة حسب نظرية برونشتد – لوري، المطلوب: (د٢ ٢٠١٩)

a) ما المقصود بالطبيعة المذبذبة؟

b) وذلك ذلك بكتابة المعادلتين اللازمتين.

الحل:

a) يسلك سلوك حمض مع الأسس وأساس مع الحموض (أو يسلك سلوك حمض أو أساس حسب طبيعة المواد المتفاعلة).

b) فمثلاً يسلك سلوك حمض بمنحه بروتون:

$$H_2O \rightleftarrows H^+ + OH^- \square$$

ويسلك سلوك أساس باستقباله بروتون:

$$H_2O + H^+ \rightleftarrows H_3O^+ \square$$

تقبل أي معادلة صحيحة مثل:

$$\underset{\text{حمض (1)}}{H_2O} + \underset{\text{أساس (2)}}{H_2O} \rightleftarrows \underset{\text{حمض مرافق (2)}}{H_3O^+} + \underset{\text{أساس مرافق (1)}}{OH^-}$$

٨- محلول مائي لأساس ضعيف B. المطلوب كتابة: (د١ ٢٠٢٠)

a) معادلة تأين هذا الأساس.

b) علاقة ثابت تأين هذا الأساس K_b.

c) علاقة درجة تأينه.

الحل:

a) $B + H_2O \rightleftarrows BH^+ + OH^-$

b) $K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$

c) $\alpha = \frac{[OH^-]}{C_b}$

٩- إذا علمت أنّ النشادر NH_3 أساس أقوى من أيون الخلات CH_3COO^-، المطلوب: (د٢ ٢٠٢٠)

اكتب صيغة الحمض المرافق لكلّ منهما، ثم بين أي الحمضين أقوى. علل إجابتك.

الحل:

الحمض المرافق لـ NH_3 هو NH_4^+

الحمض المرافق لـ CH_3COO^- هو CH_3COOH

بما أنّ NH_3 أقوى من CH_3COO^- فإنّ: NH_4^+ أضعف من CH_3COOH لأنّ العلاقة بين قوة الحمض وأساسه المرافق هي علاقة عكسية.

ثالثاً – حل المسائل الآتية:

المسألة (١ – د ٢٠١٤):

محلول مائي لحمض الخل إذا علمت أنّ $pH = 4$، وأن قيمة ثابت تأين هذا الحمض $K_a = 2 \times 10^{-5}$، المطلوب:

١- اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظرية برونشتد – لوري.

٢- احسب التركيز الابتدائي لمحلول هذا الحمض.

٣- احسب قيمة pOH هذا المحلول.

٤- احسب قيمة درجة تأين هذا الحمض.

الحل: الطلب الأول:

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$$

الأزواج المترافقة (CH_3COOH/CH_3COO^-) ، (H_3O^+/H_2O)

الطلب الثاني:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} \Rightarrow [H_3O^+]^2 = K_a.C_a$$

$$C_a = \frac{[H_3O^+]^2}{K_a} = \frac{(10^{-pH})^2}{K_a} = \frac{(10^{-4})^2}{2\times10^{-5}} = \frac{10^{-8}}{2\times10^{-5}} = 5\times10^{-4} mol.L^{-1}$$

الطلب الثالث:

$$pOH = 14 - pH = 14 - 4 = 10$$

المسألة (٢-د ٢٠١٣):

محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين تركيزه الابتدائي $0.2\ mol.L^{-1}$، وبفرض أنّ ثابت تأين هذا الحمض $K_a = 5\times10^{-10}$. المطلوب:

١- اكتب معادلة تأين هذا الحمض وحدد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظرية برونشتد – لوري.

٢- احسب تركيز أيونات الهيدرونيوم في المحلول.

٣- احسب تركيز أيونات الهيدروكسيد في المحلول.

٤- احسب قيمة pH المحلول. ٥- احسب النسبة المئوية لتأين هذا الحمض.

الحل: الطلب الأول:

$$HCN + H_2O \rightleftarrows CN^- + H_3O^+$$

الطلب الثاني:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a.C_a} = \sqrt{5\times10^{-10}\times0.2} = \sqrt{10^{-10}} = 10^{-5} mol.L^{-1}$$

الطلب الثالث:

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{10^{-5}} = 10^{-9} mol.L^{-1}$$

الطلب الرابع:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(10^{-5}) = 5$$

الطلب الخامس:

$$\alpha\% = \frac{[H_3O^+]}{C_a}\times100 = \frac{10^{-5}}{0.2}\times100 = 5\times10^{-3}\%$$

المسألة(٣-د ٢٠١٨ ٢):

محلول مائي لحمض ضعيف HA تركيزه الابتدائي $0.5\ mol.L^{-1}$ ، ودرجة تأين هذا الحمض 2%، المطلوب:

١- اكتب معادلة تأين هذا الحمض، وحدد عليها الأزواج المترافقة (أساس/حمض) حسب نظرية برونشتد – لوري.

٢- احسب قيمة pH هذا المحلول. ٣- احسب قيمة ثابت تأين هذا الحمض.

٤- احسب حجم الماء المقطر الواجب إضافته إلى $80mL$ من محلول الحمض السابق ليصبح تركيزه $0.2\ mol.L^{-1}$.

الحل: الطلب الأول:

$$HA + H_2O \rightleftarrows A^- + H_3O^+$$

الأزواج المترافقة: (HA/A^-)، (H_3O^+/H_2O)

الطلب الثاني:

$$\alpha\% = \frac{[H_3O^+]}{C_a} \times 100$$

$$x = [H_3O^+] = \frac{\alpha\% \times C_a}{100} = \frac{2 \times 0.5}{100} = \frac{1}{100} = 10^{-2} mol.L^{-1}$$

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

الطلب الثالث:

	HA	+ H_2O	$\rightleftarrows$	A^-	+	H_3O^+
التراكيز الابتدائية	0.5			0		0
التغير في التركيز	$-x$			$+x$		$+x$
التراكيز التوازنية	$0.5-x$			x		x

$$K_a = \frac{x^2}{0.5 - x}$$

نهمل x في المقام لصغرها.

$$K_a = \frac{(10^{-2})^2}{0.5} = \frac{10^{-4}}{5 \times 10^{-1}} = 2 \times 10^{-4}$$

الطلب الرابع:

$$C = 0.5 mol.L^{-1} \quad , \quad V = 80mL$$
$$C' = 0.2\ mol.L^{-1}, \quad V' = ?$$
$$n_{\text{قبل}} = n'_{\text{بعد}}$$
$$C.V = C'.V'$$
$$V' = \frac{CV}{C'} = \frac{0.5 \times 80}{0.2} = 5 \times 40 = 200\ mL$$
$$V'' = V' - V = 200 - 80 = 120\ mL$$