

الوحدة الأولى (1) الحموض والقواعد وتطبيقاتها

Acid and Base and their Applications

صفحة 7: أتأمل الصورة:

هناك عدة تعريفات لكل من الحمض والقاعدة وقد عرف الحمض سابقاً:

الحمض: مادة تنتج ايون الهيدروجين H^+ عند اذابته في الماء.

القاعدة: مادة تنتج ايون الهيدروكسيد OH^- عند اذابته في الماء.

تقاس درجة حموضة المحاليل باستخدام الرقم الهيدروجيني pH أو باستخدام أوراق الكاشف العالمي.

الدرس الأول: الحموض والقواعد

صفحة 12: أتحقق:

(1)

المادة	$Sr(OH)_2$	$HCOOH$	HNO_3	KOH	$HClO_4$
التصنيف	قاعدة قوية	حمض ضعيف	حمض قوي	قاعدة قوية	حمض قوي

(2)



صفحة 14: أتحقق:

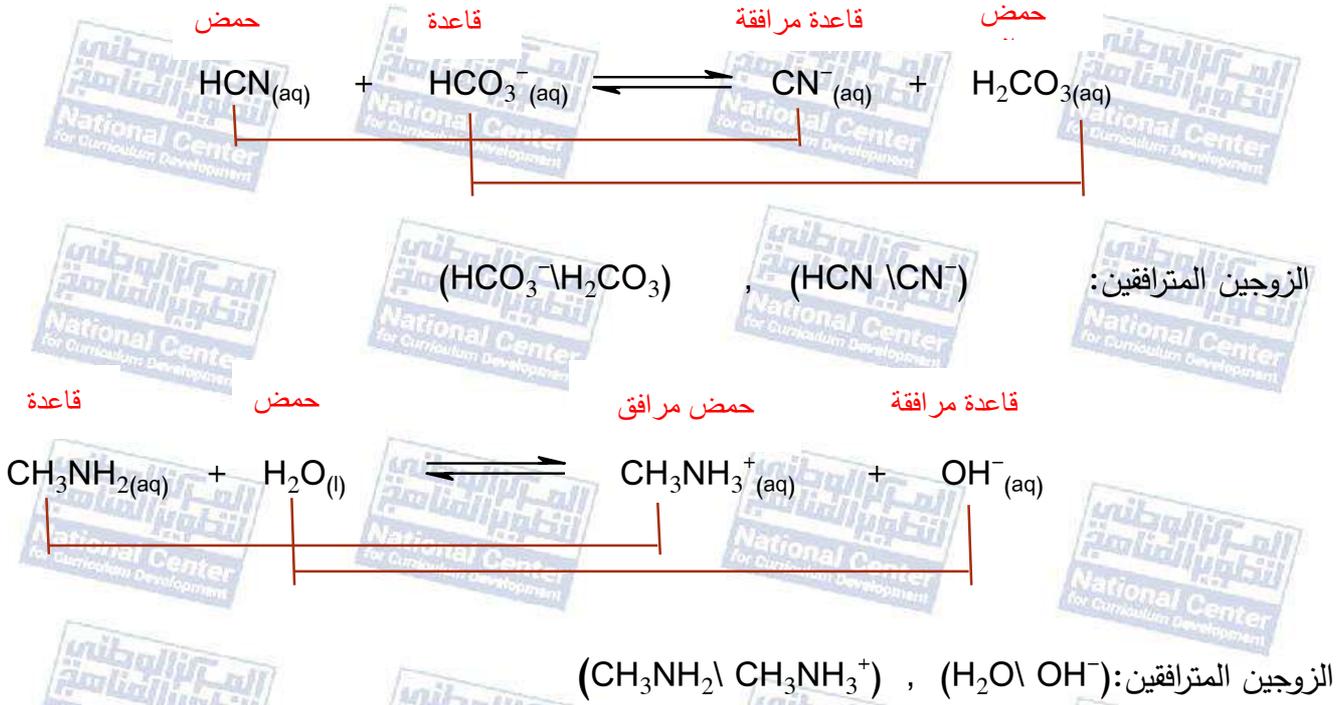


مستقبل (قاعدة) مانح (حمض)



مستقبل (قاعدة) مانح (حمض)

صفحة 15: أتحقق:



صفحة 17: أتحقق

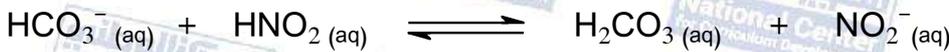
(1) الحمض الأقوى بين الحموض: HBr

(2) الحمض الذي تكون قاعدته المرافقة هي الأقوى: H₂S

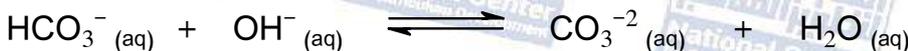
(3) الجهة التي يزاح نحوها الاتزان في التفاعل: جهة اليمين (جهة المواد الناتجة)

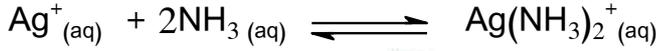
صفحة 17: أتحقق:

يسلك الأيون HCO₃⁻ كقاعدة عند تفاعله مع الحمض HNO₂ كما في المعادلة:



ويسلك كحمض عند تفاعله مع القاعدة OH⁻ كما في المعادلة:





حمض قاعدة



حمض قاعدة



حمض قاعدة

صفحة 21: مراجعة الدرس

(1) أيون الهيدروجين، وأيون الهيدروكسيد، والأزواج المترافقة، وأزواج الإلكترونات.

(2) حمض أرهينيوس: مادة تتأين في الماء وتنتج أيون الهيدروجين (H^+).

حمض برونستد-لوري: مادة مانحة للبروتون في التفاعل

قاعدة لويس: مادة تمنح زوج إلكترونات خلال التفاعل.

مادة أمفوتيرية: مادة تسلك كحمض في تفاعل وتسلك كقاعدة في تفاعل آخر تبعاً للوسط الذي توجد فيه.

(3)

المفهوم	الأساس الذي يقوم عليه المفهوم
أرهينيوس	إنتاج أيون H^+ في المحلول المائي
برونستد-لوري	إنتاج أيون OH^- في المحلول المائي
لوييس	منح البروتون في التفاعل
	استقبال زوج الإلكترونات
	منح زوج الإلكترونات

(4)

- لأنه يتأين في الماء وينتج أيون H^+ كما في المعادلة:



- لأنه يستقبل البروتون في أثناء التفاعل، كما في المعادلة:



- بالنسبة للحمض HBr، تكون القاعدة المرافقة الناتجة عنه Br^- ضعيفة ولا تستقبل البروتون في المحلول، فلا يكون التفاعل منعكساً، وبالتالي يتأين الحمض كلياً في المحلول، كما في المعادلة:



بينما الحمض HNO_2 فتكون القاعدة المرافقة الناتجة عنه NO_2^- قوية نسبياً ويمكنها استقبال البروتون في المحلول وتعيد تكوين الحمض ويكون التفاعل منعكساً، وبالتالي يتأين الحمض جزئياً في المحلول، كما في المعادلة:



(5)

المادة	N_2H_4	NH_3	HF	KOH	HI	H_2SO_3
التصنيف	قاعدة ضعيفة	قاعدة ضعيفة	حمض ضعيف	قاعدة قوية	حمض قوي	حمض ضعيف

(6) القاعدة وحمضها المرافق: $(C_6H_5NH_2 \setminus C_6H_5NH_3^+)$ ، الحمض وقاعدته المرافقة: $(HClO \setminus ClO^-)$

الحمض وقاعدته المرافقة: $(H_2CO_3 \setminus HCO_3^-)$ ، القاعدة وحمضها المرافق $(H_2O \setminus H_3O^+)$

(7) الحمض Fe^{3+} ، والقاعدة H_2O .

(8) السلوك الحمضي: يسلك الأيون $H_2PO_4^-$ كحمض عند تفاعله مع القاعدة CN^- كما في المعادلة:



السلوك القاعدي: ويسلك كقاعدة عند تفاعله مع الحمض HNO_3 ، كما في المعادلة:



الدرس الثاني: الرقم الهيدروجيني ومحاليل الحموض والقواعد القوية

صفحة 24: أتحقق

المحلول	[H ₃ O ⁺]	[OH ⁻]	تصنيف المحلول
الأول	M 1 × 10 ⁻²	M 1 × 10 ⁻¹²	حمضي
الثاني	M 1 × 10 ⁻⁷	M 1 × 10 ⁻⁷	متعادل
الثالث	M 1 × 10 ⁻¹⁰	M 1 × 10 ⁻⁴	قاعدي

صفحة 26: أتحقق



$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HNO}_3]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 4 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-14}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-2}} = 2.5 \times 10^{-13} \text{ M}$$

صفحة 28: أتحقق

(1) أحسب تركيز OH⁻ وفق العلاقة الآتية:

$$\begin{aligned} [\text{OH}^-] &= [\text{KOH}] \\ [\text{OH}^-] &= 0.5 \text{ M} \end{aligned}$$

أحسب تركيز H₃O⁺ باستخدام العلاقة الآتية:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-1}} = 0.2 \times 10^{-13} \text{ M}$$

(2) أحسب عدد مولات القاعدة ثم احسب تركيزها، كما يلي :

$$n_{(\text{NaOH})} = \frac{m}{M_r} = \frac{8}{40} = 0.2 \text{ mol}$$

$$M_{(\text{NaOH})} = \frac{n}{v} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 1 \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{NaOH}] = 1 \text{ M}$$

أحسب تركيز H₃O⁺ باستخدام K_w كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1} = 1 \times 10^{-14} \text{ M}$$

صفحة 29: أتتحق

(1) pH=3 (أ)

(ب) pH=12

(2) المحلول (أ) حمضياً، والمحلول (ب) قاعدياً.

صفحة 30: أفكر

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^0 = 1 \text{ M}$$

صفحة 32: أتتحق

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HI}] = 0.03 \text{ M} = 3 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log (3 \times 10^{-2}) = 2 - \log 3 = 2 - 0.48 = 1.52$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-4.3} = 10^{(-4.3+5)-5}$$

$$= 10^{0.7} \times 10^{-5} = 5 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{LiOH}] = 4 \times 10^{-3} \text{ M}$$

أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام العلاقة الآتية:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-3}} = 2.5 \times 10^{-12} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log (2.5 \times 10^{-12}) = 12 - \log 2.5 = 12 - 0.4 = 11.6$$

صفحة 33: أتتحق

$$[\text{OH}^-] = [\text{LiOH}] = 4 \times 10^{-3} \text{ M}$$

(1)

$$pOH = -\log [OH^-]$$

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

(2)

$$[OH^-] = 10^{-pOH} = 10^{-3.2} = 10^{(-3.2+4)-4} \\ = 10^{0.8} \times 10^{-4} = 6.3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

صفحة 34: سؤال الشكل (6): تزداد حمضية المحلول بزيادة الرقم الهيدروكسيلي.
صفحة 34: أتتحق:

أحسب كل من pH و pOH لكل من المحاليل الآتية:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1 \times 10^{-5}) = 5$$

(1)

$$pH + pOH = 14$$

$$5 + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - 5 = 9$$

(2)

$$pOH = -\log [OH^-]$$

$$pOH = -\log(1 \times 10^{-4}) = 4$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH + 4 = 14$$

$$pH = 14 - 4 = 10$$

صفحة 37: أتتحق:

أحسب تركيز القاعدة KOH إذا تعادل 20 mL منها تماماً مع 30 mL من محلول الحمض HBr تركيزه 0.2 M وفق المعادلة الآتية:

$$n_{(HBr)} = [HBr] \times V = 0.2 \text{ M} \times 0.03 = 0.006 \text{ mol}$$

عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مساوياً عدد مولات القاعدة، أي ان:

$$n_{(HBr)} = n_{(KOH)} = 0.006 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{KOH})} = [\text{KOH}] \times V = 0.006 \text{ mol}$$

$$[\text{KOH}] \times 0.02 \text{ L} = 0.006 \text{ mol}$$

$$[\text{KOH}] = \frac{0.006}{0.02} = 0.3 \text{ M}$$

صفحة 38: أتتحق

1- أصفر

2- أصفر

صفحة 40: مراجعة الدرس

(1) يعبر عن حمضية المحاليل أو قاعديتها باستخدام الرقم الهيدروجيني pH أو الرقم الهيدروكسيلي pOH

(2) التآين الذاتي للماء: بعض جزيئات الماء تسلك سلوك الحمض (مانح للبروتون) وبعضها الآخر يسلك كقاعدة في الماء نفسه.

الرقم الهيدروجيني: اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول للأساس 10.

المعايرة: الإضافة التدريجية لمحلول قاعدة معلومة التركيز تدريجياً (نقطة بعد نقطة) إلى محلول حمض مجهول التركيز، أو محلول حمض معلوم التركيز إلى محلول قاعدة مجهول التركيز.

نقطة النهاية: النقطة التي يتم اضافتها الى المحلول ويتغير عندها لون الكاشف وتحدد انتهاء عملية المعايرة.

(3) أحسب تركيز H_3O^+ و OH^- في كل من المحاليل الآتية:

(أ) HNO_3 تركيزه 0.02 M

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HNO}_3] = 2 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{2 \times 10^{-14}}{4 \times 10^{-2}} = 5 \times 10^{-13} \text{ M}$$

(ب) LiOH تركيزه 0.01 M

$$[\text{OH}^-] = [\text{LiOH}] = 0.01 \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-2}} = 1 \times 10^{-12} \text{ M} \quad (4)$$

pH= 9	$[\text{OH}^-] = 10^{-11} \text{ M}$	pOH= 4	$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-9} \text{ M}$	pH=3	الصفة المميزة للمحلول
قاعدي	حمضي	قاعدي	قاعدي	حمضي	تصنيف المحلول

(5) بسبب زيادة تركيز أيونات الهيدرونيوم H_3O^+ الناتجة من تأين الحمض ويبقى ثابت تأين الماء ثابتاً.

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCl}] = 0.0005 \text{ M} = 5 \times 10^{-4} \text{ M} \quad (6)$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log(5 \times 10^{-4}) = 4 - \log 5 \\ &= 4 - 0.7 = 3.3 \end{aligned}$$

(7) أحسب عدد مولات الحمض ، ثم أحسب تركيزه، كما يلي:

$$n_{(\text{HBr})} = \frac{m}{M_r} = \frac{0.81}{81} = 0.01 \text{ mol}$$

$$M_{(\text{HBr})} = \frac{n}{V} = \frac{0.01 \text{ mol}}{0.4 \text{ L}} = 0.025 \text{ M}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HBr}] = 0.025 \text{ M} = 2.5 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log(2.5 \times 10^{-2}) = 2 - \log 2.5 \\ &= 2 - 0.4 = 1.6 \end{aligned} \quad (8)$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HClO}_4] = 0.008 \text{ M} = 8 \times 10^{-3} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(8 \times 10^{-3}) = 3 - \log 8 = 3 - 0.9 = 2.1$$

$$pH + pOH = 14$$

$$2.1 + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - 2.1 = 11.9$$

(9) أحسب عدد مولات الحمض:

$$n_{(HI)} = [HI] \times V = 0.3 \text{ M} \times 0.04 = 0.012 \text{ mol}$$

عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مساوياً عدد مولات القاعدة، أي ان:

$$n_{(HI)} = n_{(KOH)} = 0.012 \text{ mol}$$

$$n_{(KOH)} = [KOH] \times V = 0.012 \text{ mol}$$

$$[KOH] \times 0.06 \text{ L} = 0.012 \text{ mol}$$

$$[KOH] = \frac{0.012}{0.06} = 0.2 \text{ M}$$

(10) يكون المحلول حمضياً، ولإثبات ذلك أحسب عدد مولات الحمض HCl والتي تساوي عدد مولات أيونات

H_3O^+ ، واحسب عدد مولات القاعدة LiOH والتي تساوي عدد مولات أيونات OH^- كما يلي:

$$n_{(HCl)} = [HCl] \times V = 0.6 \text{ M} \times 0.02 = 0.012 \text{ mol}$$

$$n_{(LiOH)} = [LiOH] \times V = 0.4 \text{ M} \times 0.02 = 0.008 \text{ mol}$$

وحيث أن عدد مولات أيونات H_3O^+ أكبر من عدد مولات أيونات OH^- ويكون المحلول الناتج حمضياً.

الدرس الثالث: الحموض والقواعد الضعيفة

صفحة 42: أتتحق

(1) الحمض الأقوى: HCOOH

(2) محلول الحمض HNO₂

(3) محلول الحمض: HClO

صفحة 43: أتتحق

تحليل السؤال:

$$[\text{HNO}_2] = 0.03 \text{ M}$$

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

المطلوب: حساب [H₃O⁺]

الحل:

أكتب معادلة تأين الحمض:



أكتب قانون ثابت التآين:

$$K_a = \frac{[\text{NO}_2^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HNO}_2]}$$

وحيث أن النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض (0.03)، يتم إهمال هذا النقص واعتبار تركيز

الحمض ثابتاً، ويساوي 0.03 M

كما أن: [H₃O⁺] = [NO₂⁻] = X

وبالتعويض في ثابت التآين نجد أن:

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{0.03}$$

$$X^2 = 0.03 \times 4.5 \times 10^{-4} = 0.135 \times 10^{-4}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن: X = [H₃O⁺] = 3.7 × 10⁻³ M

صفحة 44: أتتحق

تحليل السؤال:

$$[\text{HCN}] = 0.02 \text{ M}$$

$$K_a = 4.9 \times 10^{-10}$$

المطلوب: حساب الرقم الهيدروجيني pH

الحل:

أكتب معادلة تأين الحمض:



أكتب قانون ثابت التآين:

$$K_a = \frac{[\text{CN}^{-}][\text{H}_3\text{O}^{+}]}{[\text{HCN}]}$$

وحيث أن النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض (0.02)، يتم إهمال هذا النقص واعتبار تركيز الحمض ثابتاً، ويساوي 0.02 M

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}] = [\text{NO}_2^{-}] = X$$

وبالتعويض في ثابت التآين نجد أن:

$$4.9 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.02}$$
$$X^2 = 0.02 \times 4.9 \times 10^{-10} = 9.8 \times 10^{-12}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن: $X = [\text{H}_3\text{O}^{+}] = 3.1 \times 10^{-6} \text{ M}$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^{+}]$$
$$\text{pH} = -\log 3.1 \times 10^{-6} = 6 - \log 3.1 = 6 - 0.49 = 5.51$$

صفحة 46: أنصح

تحليل السؤال:

$$\text{pH} = 2$$

$$K_a = 1.3 \times 10^{-2}$$

$$Mr = 82 \text{ g/mol}$$

حجم المحلول 0.4 L



يستفاد من pH في حساب تركيز H_3O^{+} كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2} = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

ويكون

$$[\text{H}_3\text{O}^{+}] = [\text{HSO}_3^{-}] = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

أحسب تركيز الحمض باستخدام ثابت التآين كما يلي:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^{+}][\text{HSO}_3^{-}]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$$

$$[H_2SO_3] = \frac{[H_3O^+][HSO_3^-]}{K_a} = \frac{(1 \times 10^{-2})^2}{1.3 \times 10^{-2}} = \frac{1 \times 10^{-4}}{1.3 \times 10^{-2}} = 0.77 \times 10^{-2} M$$

لحساب كتلة الحمض، أحسب عدد مولاته في المحلول كما يلي:

$$M_{(H_2SO_3)} = \frac{n}{v}$$

$$0.77 \times 10^{-2} = \frac{n}{0.4}$$

$$n_{(H_2SO_3)} = 0.4 \times 0.77 \times 10^{-2} = 3.1 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

استخدم عدد المولات لحساب كتلة الحمض كما يلي:

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

$$m = n \times Mr$$

$$m = 3.1 \times 10^{-3} \text{ mol} \times 82 \text{ g/mol} = 0.254 \text{ g}$$

صفحة 47: أتتحق

(1) أقل رقم هيدروجيني C_5H_5N .

(2) القاعدة الأقوى $C_2H_5NH_2$

(3) القاعدة التي حمضها المرافق له أقل رقم هيدروجيني: N_2H_4

صفحة 48: أتتحق

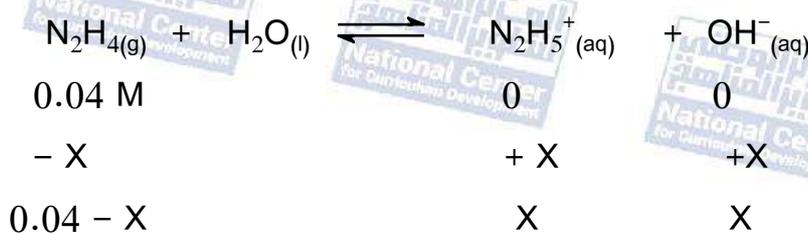
تحليل السؤال: $[N_2H_4] = 0.04 M$

$$K_b = 1.7 \times 10^{-6}$$

المطلوب: حساب $[OH^-]$

الحل:

أكتب معادلة تأين القاعدة:



التراكيز عند البداية

التغير في التراكيز

التراكيز عند الاتزان

أكتب قانون ثابت تأين القاعدة:

$$K_b = \frac{[OH^-][N_2H_5^+]}{[N_2H_4]}$$

ونظراً لأن التغير في تركيز القاعدة يكون صغيرة جداً مقارنة بتركيز القاعدة، فإنه يمكن إهمال هذا التغير واعتبار تركيز القاعدة ثابتاً، ويساوي 0.04 M ويكون

$$[\text{OH}^-] = [\text{N}_2\text{H}_5^+] = X$$

وبالتعويض في ثابت تأين القاعدة نجد أن:

$$1.7 \times 10^{-6} = \frac{X^2}{0.04}$$

$$X^2 = 0.04 \times 1.7 \times 10^{-6} = 0.068 \times 10^{-6} = 6.8 \times 10^{-8}$$

$$X = [\text{OH}^-] = [\text{N}_2\text{H}_5^+] = 2.6 \times 10^{-4} \text{ M}$$

صفحة 49: أتتحق

تحليل السؤال: $[\text{NH}_3] = 0.02 \text{ M}$

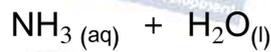
$$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$$

$$\log 1.66 = 0.22$$

المطلوب: حساب pH للمحلول.

الحل:

أكتب معادلة تأين القاعدة:



$$0.02 \text{ M}$$

$$0$$

$$0$$

التركيز عند البداية

$$- X$$

$$+ X$$

$$+ X$$

التغير في التركيز

$$0.02 - X$$

$$X$$

$$X$$

التركيز عند الاتزان

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] = X$$

ويكون

ونظراً لأن قيمة X صغيرة جداً مقارنة بتركيز القاعدة، يهمل التغير في تركيز القاعدة ويمكن اعتبار أن تركيز القاعدة يبقى ثابتاً، ويساوي 0.04 M

أكتب قانون ثابت التآين كما يلي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$$

لحساب الرقم الهيدروجيني لمحلول قاعدة، أحسب تركيز OH^- باستخدام ثابت التآين K_b كما يلي:

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.02}$$

$$X = [\text{OH}^-] = \sqrt{0.36 \times 10^{-6}} = 0.6 \times 10^{-3} \text{ M}$$

أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.6 \times 10^{-3}} = 1.66 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة:

$$\text{pH} = -\log 1.66 \times 10^{-11} = 11 - \log 1.66 = 9 - 0.22 = 8.78$$

صفحة 50: أتتحق

تحليل السؤال:

$$[\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2] = 0.4 \text{ M}$$

$$\text{pH} = 12$$

المطلوب: حساب ثابت تأين القاعدة (K_b)

الحل:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-12} = 1 \times 10^{-12}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-12}} = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_3^+] = 1 \times 10^{-2} \text{ M}$$

أكتب ثابت تأين قاعدة:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_3^+]}{[\text{C}_4\text{H}_9\text{NH}_2]}$$

أعوض في ثابت تأين القاعدة:

$$K_b = \frac{(1 \times 10^{-2})^2}{0.4} = 2.5 \times 10^{-4}$$

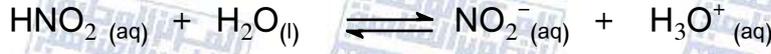
صفحة 51: مراجعة الدرس:

(1) كلما زاد ثابت تأين الحمض الضعيف زادت قوة الحمض وقلت قيمة الرقم الهيدروجيني لمحلول الحمض.

(2)

أ) محلول HNO_2 تركيزه 0.02 M

أكتب معادلة تأين الحمض:



أكتب قانون ثابت التآين:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

وحيث أن النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض (0.02)، يتم إهمال هذا النقص واعتبار تركيز الحمض ثابتاً، ويساوي 0.02 M

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{NO}_2^-] = X$$

وبالتعويض في ثابت التآين نجد أن:

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{X^2}{0.02}$$

وبهذا يمكن حساب تركيز H_3O^+ كما يلي:

$$X^2 = 0.02 \times 4.5 \times 10^{-4} = 0.09 \times 10^{-4}$$

$$X = [\text{H}_3\text{O}^+] = 0.3 \times 10^{-2} \text{ M}$$

ب) محلول NH_3 تركيزه 0.01 M



أكتب قانون ثابت التآين كما يلي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{NH}_4^+] = X$$

أحسب تركيز OH^- باستخدام ثابت التآين K_b كما يلي:

$$1.8 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.01}$$

$$X = [\text{OH}^-] = \sqrt{0.18 \times 10^{-6}} = 4.2 \times 10^{-4} \text{ M}$$

(3) لأنه بزيادة ثابت التآين يزداد تأين القاعدة وبذلك يزداد إنتاج أيونات OH^- في المحلول ويزداد تركيز هذه الأيونات.

الحمض	K_a
$\text{C}_6\text{H}_6\text{COOH}$	6.3×10^{-5}

4.5×10^{-4}	HNO_2
1.7×10^{-5}	CH_3COOH
4.9×10^{-10}	HCN

4) أطبق. يبين الجدول المجاور قيم ثابت تأين عدد من الحموض الضعيفة أدرس هذه القيم ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ) CN^-

ب) HNO_2

ج) HCN

د) HNO_2

هـ) تحليل السؤال:

$$K_a = 1.7 \times 10^{-5}$$

$$m = 12g$$

$$Mr = 60 g/mol$$

حجم المحلول 0.4 L



أحسب عدد مولات الحمض ثم أحسب تركيزه كما يلي:

$$n_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{m}{Mr} = \frac{12}{60} = 0.2 \text{ mol}$$

$$M_{(\text{CH}_3\text{COOH})} = \frac{n}{V} = \frac{0.2}{0.4} = 0.5 \text{ M}$$

أحسب تركيز الحمض باستخدام ثابت التأين كما يلي:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

ويكون تركيز $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = X$

$$1.7 \times 10^{-5} = \frac{X^2}{0.5}$$

$$X^2 = 0.5 \times 1.7 \times 10^{-5} = 8.5 \times 10^{-6}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن: $X = [\text{H}_3\text{O}^+] = 2.9 \times 10^{-3} \text{ M}$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{pH} = -\log(2.9 \times 10^{-3}) = 3 - \log 2.9 = 3 - 0.46 = 2.54$$

أ) $\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$ (5)

ب) CH_3NH_2

ج) CH_3NH_2

د) $\text{NH}_4^+_{(aq)} + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2_{(aq)}$



قاعدة مرافقة حمض مرافق حمض مرافق قاعدة مرافقة

القاعدة/ حمضها المرافق: $(\text{NH}_3 \backslash \text{NH}_4^+)$ ، الحمض/ قاعدته المرافقة: $(\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+ \backslash \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2)$

(هـ)

الحل:

احسب تركيز H_3O^+ ثم احسب تركيز OH^-

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-9.4} = 10^{(-9.4+10)-10} = 3.9 \times 10^{-10}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{1 \times 10^{-14}}{3.9 \times 10^{-10}} = 0.26 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$[\text{OH}^-] = [\text{N}_2\text{H}_5^+] = 0.26 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أكتب ثابت التآين القاعدة:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{N}_2\text{H}_5^+]}{[\text{N}_2\text{H}_4]}$$

احسب تركيز القاعدة ، كما يلي:

$$1.7 \times 10^{-6} = \frac{(0.26 \times 10^{-4})^2}{[\text{NH}_3]}$$

$$[\text{N}_2\text{H}_4] = \frac{6.7 \times 10^{-10}}{1.7 \times 10^{-6}} = 3.9 \times 10^{-4} \text{ M}$$

لحساب كتلة القاعدة أحسب عدد مولاتها في المحلول كما يلي:

$$M_{(\text{N}_2\text{H}_4)} = \frac{n}{v}$$

$$3.9 \times 10^{-4} = \frac{n}{0.4} \Rightarrow n = 0.4 \times 3.9 \times 10^{-4} = 1.56 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

استخدم عدد المولات لحساب كتلة القاعدة كما يلي:

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

$$m = 1.56 \times 10^{-4} \text{ mol} \times 32 \text{ g/mol} = 49.92 \times 10^{-4} \text{ g} = 5.0 \times 10^{-3} \text{ g}$$

الدرس الرابع: الأملاح والمحاليل المنظمة

صفحة 54 : سؤال أفكر

ينتج الملح LiHCO_3 من تفاعل الحمض H_2CO_3 مع القاعدة LiOH

صفحة 54: أتحقق

(1) الذوبان يؤدي الى تفكك الملح في الماء وينتج ايونات موجبة وأخرى سالبة، بينما التمييه هو تفاعل الأيونات الناتجة من ذوبان الملح مع الماء وإنتاج ايونات H_3O^+ أو ايونات OH^- ، مما يغير من الرقم الهيدروجيني للمحلول.

(2)

$\text{N}_2\text{H}_5\text{NO}_3$	KNO_3	NaOCl	$\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$	محلول الملح
حمضي	متعادل	قاعدي	حمضي	الخاصية

(3) يتأين الملح NaOCl في الماء كما في المعادلة الآتية:



الأيون Na^+ لا يتفاعل مع الماء في المحلول، بينما يتفاعل الأيون OCl^- مع الماء وينتج ايونات OH^- وتزداد قيمة الرقم الهيدروجيني للمحلول ويكون التأثير قاعدي والمعادلة الآتية توضح ذلك:



صفحة 58: أتحقق

تحليل السؤال:

$$[\text{H}_2\text{SO}_3] = 0.2 \text{ M}$$

حجم المحلول = 0.4 L

$$0.2 \text{ mol} = \text{NaHSO}_3 \text{ عدد مولات الملح}$$

$$[\text{NaHSO}_3] = \frac{n}{v} = \frac{0.2}{0.4} = 0.5 \text{ M}$$

$$K_a = 1.3 \times 10^{-2}$$

الرقم الهيدروجيني قبل إضافة الملح: $\text{pH}_1 = ??$

الرقم الهيدروجيني بعد إضافة الملح: $\text{pH}_2 = ??$

الحل:

أكتب معادلة تأين الحمض:



أحسب الرقم الهيدروجيني (pH_1) للحمض قبل إضافة الملح بتطبيق قانون ثابت التآين:

$$K_a = \frac{[\text{HSO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$$

وحيث أن النقص في تركيز الحمض صغير جداً مقارنة بتركيز الحمض (0.2)، يتم إهمال هذا النقص واعتبار تركيز الحمض ثابتاً ويساوي 0.2 M

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HSO}_3^-] = X \quad \text{ويكون}$$

وبالتعويض في ثابت التآين نجد أن:

$$1.3 \times 10^{-2} = \frac{X^2}{0.2}$$

وبهذا يمكن حساب تركيز H_3O^+ كما يلي:

$$X^2 = 0.2 \times 1.3 \times 10^{-2} = 0.26 \times 10^{-2}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن: $X = [\text{H}_3\text{O}^+] = 5.1 \times 10^{-2} \text{ M}$

$$\text{pH}_1 = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH}_1 = -\log 5.1 \times 10^{-2} = 2 - 0.71 = 1.29$$

عند إضافة الملح NaHSO_3 فإنه يتآين كما في المعادلة الآتية:



يتضح من المعادلتين السابقتين أن الأيون المشترك HSO_3^- ينتج من تأين الحمض H_2SO_3 والملح NaHSO_3 ، ونظراً لأن ثابت تأين الحمض صغير جداً، فإن تركيز أيونات HSO_3^- الناتج من تأين الحمض يكون صغير جداً ويتم إهماله، واعتبار الملح المصدر الرئيس لهذه الأيونات، وبالتالي فإن تركيز الأيون المشترك HSO_3^- يكون مساوياً لتركيز الملح NaHSO_3 في المحلول، أي أن:

$$[\text{HSO}_3^-] = [\text{NaHSO}_3] = 0.5 \text{ M}$$

أستخدم ثابت تأين الحمض K_a لحساب تركيز H_3O^+ كما يلي:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HSO}_3^-]}{[\text{H}_2\text{SO}_3]}$$

$$1.3 \times 10^{-2} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+](0.5)}{0.2}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5.2 \times 10^{-3} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول بعد إضافة الملح pH_2 كما يلي:

$$pH_2 = -\log [H_3O^+]$$

$$pH_2 = -\log 5.2 \times 10^{-3} = 3 - (0.72) = 2.28$$

أحسب التغير في الرقم الهيدروجيني ΔpH باستخدام العلاقة الآتية:

$$\Delta pH = pH_2 - pH_1$$

$$\Delta pH = 2.28 - 1.29 = 0.99$$

صفحة 60: أتتحقق

تحليل السؤال:

$$[C_5H_5N] = 0.2 \text{ M}$$

$$[C_5H_5NHCl] = [C_5H_5NH^+] = \frac{n}{V} = \frac{0.2 \text{ mol}}{0.6 \text{ L}} = 0.33 \text{ M}$$

$$K_b = 1.4 \times 10^{-9}$$

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:



أطبق ثابت تأين القاعدة K_b لحساب تركيز OH^- :

$$K_b = \frac{[OH^-][C_5H_5NH^+]}{[C_5H_5N]}$$

$$1.4 \times 10^{-9} = \frac{[OH^-] \times 0.33}{0.2}$$

$$[OH^-] = 0.85 \times 10^{-9} \text{ M}$$

أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام ثابت تأين الماء K_w :

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.85 \times 10^{-9}} = 1.17 \times 10^{-5} \text{ M}$$

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

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log (1.17 \times 10^{-5}) = 5 - 0.07 = 4.93$$

صفحة 64: أتتحقق

(1) تحليل السؤال:

$$[C_6H_5COOH] = 0.2 \text{ M}$$

$$[C_6H_5COONa] = 0.2 \text{ M}$$

$$[HBr] = 0.01 \text{ M}$$

$$1 \text{ L} = \text{حجم المحلول}$$

$$K_a = 6.3 \times 10^{-5}$$

المطلوب: مقارنة الرقم الهيدروجيني للمحلول قبل إضافة HBr وبعده.

الحل:



أحسب أولاً pH للمحلول قبل إضافة الحمض HBr كما في الأيون المشترك:

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

$$6.3 \times 10^{-5} = \frac{[H_3O^+] \times 0.2}{0.2}$$

$$[H_3O^+] = 6.3 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH_1 = -\log [H_3O^+]$$

$$pH_1 = -\log (6.3 \times 10^{-5}) = 5 - \log 6.3 = 5 - 0.8 = 4.20$$

(2) عند إضافة الحمض HBr فإنه تتأين كلياً ويكون $[H_3O^+] = [HBr] = 0.01 \text{ M}$ ويتفاعل مع القاعدة المرافقة CH_3COO^- ويمنحها البروتون لتتحول إلى الحمض CH_3COOH وبهذا يقل تركيزها بمقدار تركيز H_3O^+ المضاف ويصبح:

$$[CH_3COO^-] = 0.2 - 0.01 = 0.19 \text{ M}$$

وبهذا يزداد تركيز الحمض CH_3COOH بمقدار تركيز H_3O^+ المضاف ويصبح:

$$[CH_3COOH] = 0.2 + 0.01 = 0.21 \text{ M}$$

أستخدم ثابت تأين الحمض K_a لحساب تركيز H_3O^+ والرقم الهيدروجيني pH من جديد، كما يلي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$$6.3 \times 10^{-5} = \frac{[H_3O^+] \times 0.19}{0.21}$$

$$[H_3O^+] = 6.96 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH_2 = -\log [H_3O^+]$$

$$pH_2 = -\log (6.96 \times 10^{-5}) = 5 - 0.84 = 4.16$$

صفحة 67: أتحقق

(1) تحليل السؤال:

$$[\text{CH}_3\text{NH}_2] = 0.15 \text{ M}$$

$$[\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}] = 0.2 \text{ M}$$

$$n_{(\text{HBr})} = 0.01 \text{ mol}$$

$$0.5 \text{ L} = \text{حجم المحلول}$$

$$[\text{HBr}] = 0.02 \text{ M}$$

$$K_b = 4.4 \times 10^{-4}$$

(1) الحل:

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:



(أ) أحسب $[\text{OH}^-]$ و pH المنظم كما يلي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{NH}_3^+]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2]}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_b [\text{CH}_3\text{NH}_2]}{[\text{CH}_3\text{NH}_3^+]} = \frac{4.4 \times 10^{-4} \times 0.15}{0.2} = 0.33 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.33 \times 10^{-4}} = 3.03 \times 10^{-10} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(3.03 \times 10^{-10}) = 10 - 0.48 = 9.52$$

(2) عند إضافة الحمض HBr فإنه يتأين كلياً ويكون $[H_3O^+] = [HBr] = 0.02 M$

يتفاعل الحمض HBr مع القاعدة CH_3NH_2 ويقل تركيزها بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[CH_3NH_2] = 0.15 - 0.02 = 0.13 M$$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض المرافق $CH_3NH_3^+$ ويزداد تركيزه بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[CH_3NH_3^+] = 0.2 + 0.02 = 0.22 M$$

أحسب $[OH^-]$ و pH للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

$$K_b = \frac{[OH^-][NH_4^+]}{[NH_3]}$$

$$[OH^-] = \frac{K_b [CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{4.4 \times 10^{-4} \times 0.13}{0.22} = 2.6 \times 10^{-4} M$$

أحسب $[H_3O^+]$ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.6 \times 10^{-4}} = 3.8 \times 10^{-11} M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

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

$$pH = -\log [H_3O^+] = -\log 3.8 \times 10^{-11} = 11 - 0.58 = 10.42$$

صفحة 68: مراجعة الدرس

(1) يتكون المحلول المنظم الحمضي من الحمض الضعيف وملح يشترك معه بأيون مشترك مثل الحمض HCN والملح NaCN

(2) التميح: تفاعل الأيونات الناتجة من تفكك الملح مع الماء لانتاج H_3O^+ أو OH^- .

الأيون المشترك: أيون يدخل في تركيب حمض ضعيف وملح هـ أو قاعدة ضعيفة وملحها وينتج عنهما في المحلول.

(3)

KNO ₃	CH ₃ NH ₃ Br	C ₆ H ₅ COONa	LiF	الملح
HNO ₃	HBr	C ₆ H ₅ COOH	HF	مصدر الأيونات السالب
KOH	CH ₃ NH ₂	NaOH	LiOH	مصدر الأيونات الموجب

(4) الأملاح التي تتميز هي: KCN , C₅H₅NHI , HCOONa

(5) أصنف محاليل الأملاح الآتية إلى حمضية وقاعدية ومتعادلة:

KNO ₂	NH ₄ NO ₃	LiCl	NaHCO ₃	C ₆ H ₅ NH ₃ Br	المحلول
قاعدي	حمضي	متعادل	قاعدي	حمضي	التصنيف المحلول

(6)



عند إضافة بلورات الملح NaHS الى محلول الحمض H₂S فإنه يتفكك وينتج الأيون المشترك HS⁻ ويزداد تركيزه في المحلول الحمض فيندفع التفاعل بالاتجاه العكسي ويزاح الاتزان جهة المواد المتفاعلة وبذلك يقل تركيز أيونات H₃O⁺ ويزداد الرقم الهيدروجيني ويكون تأثير الملح قاعدياً.

(7) تحليل السؤال

$$[\text{HNO}_2] = 0.02 \text{ M}$$

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

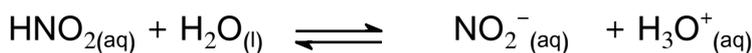
$$\text{pH} = 3.52$$

$$V = 0.4 \text{ L}$$

المطلوب: حساب كتلة الملح KNO₂.

الحل:

اكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:





$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-3.52} = 10^{(-3.52+4)-4} = 10^{0.48} \times 10^{-4} = 3 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب تركيز الأيون المشترك والذي يساوي تركيز الملح باستخدام K_a كما يلي:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[\text{NO}_2^-] \times 3 \times 10^{-4}}{0.02}$$

$$[\text{NO}_2^-] = 0.03 \times 10^{-4} \text{ M} = 3.0 \times 10^{-6} \text{ M}$$

$$[\text{KNO}_2] = [\text{NO}_2^-] = 3.0 \times 10^{-6} = \frac{n}{V} = \frac{n}{0.4 \text{ L}}$$

$$[\text{KNO}_2] = 3.0 \times 10^{-6} = \frac{n}{0.4 \text{ L}}$$

$$n = 3.0 \times 10^{-6} \times 0.4 = 1.2 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n = \frac{m}{M_r} = 3.0 \times 10^{-6} \text{ mol} = \frac{m}{85 \text{ g/mol}}$$

$$m = 3.0 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 85 \text{ g/mol} = 2.55 \times 10^{-4} \text{ g}$$

(8) تحليل السؤال:

$$\text{pH} = 10$$

$$K_b = 1.8 \times 10^{-5}$$

المطلوب: حساب نسبة الحمض الى القاعدة $\left(\frac{[\text{الحمض}]}{[\text{القاعدة}]}\right)$ في المحلول

الحل:



أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام pH للمحلول كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10} = 1 \times 10^{-10} \text{ M}$$

أحسب $[\text{OH}^-]$ باستخدام K_w كما يلي:

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]}$$

$$\frac{[\text{NH}_4^+]}{[\text{NH}_3]} = \frac{K_b}{[\text{OH}^-]} = \frac{1.8 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-4}} = 1.8 \times 10^{-1}$$

(9) تحليل السؤال:

$$[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2] = 0.2 \text{ M}$$

$$[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{Cl}] = 0.4 \text{ M}$$

حجم المحلول = 0.5 L

$$K_b = 4.7 \times 10^{-4}$$

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:



(أ) أحسب $[\text{OH}^-]$ و pH للمحلول المنظم كما يلي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2]}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_b [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+]} = \frac{4.7 \times 10^{-4} \times 0.2}{0.4} = 2.35 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.35 \times 10^{-4}} = 4.3 \times 10^{-11} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(4.3 \times 10^{-11}) = 11 - 0.63 = 10.37$$

ب) أحسب تركيز HCl المضاف ويساوي تركيز H_3O^+ كما يلي:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.05 \text{ mol}}{0.5} = 0.1 \text{ M}$$

عند إضافة الحمض HCl فإنه يتأين كلياً ويكون: $[H_3O^+] = [HCl] = 0.1 \text{ M}$
يتفاعل الحمض HCl مع القاعدة $C_2H_5NH_2$ ويقل تركيزها بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[C_2H_5NH_2] = 0.2 - 0.1 = 0.1 \text{ M}$$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض المرافق $C_2H_5NH_3^+$ ويزداد تركيزه بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[C_2H_5NH_3^+] = 0.4 + 0.1 = 0.5 \text{ M}$$

أحسب $[OH^-]$ و pH للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

$$[OH^-] = \frac{K_b [C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]} = \frac{4.7 \times 10^{-4} \times 0.1}{0.5} = 0.94 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب $[H_3O^+]$ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.94 \times 10^{-4}} = 1.1 \times 10^{-10} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1.1 \times 10^{-10}) = 10 - 0.04 = 9.96$$

ج) أحسب تركيز KOH المضاف ويساوي تركيز OH^- كما يلي:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.05 \text{ mol}}{0.5} = 0.1 \text{ M}$$

عند إضافة القاعدة KOH فإنها يتأين كلياً ويكون: $[OH^-] = [KOH] = 0.1 \text{ M}$

تتفاعل القاعدة KOH مع الحمض المرافق $C_2H_5NH_3^+$ ويقل تركيزه بمقدار تركيز OH^- ليصبح:

$$[C_2H_5NH_3^+] = 0.4 - 0.1 = 0.3 \text{ M}$$

ونتيجة لذلك لتكون القاعدة $C_2H_5NH_2$ ويزداد تركيزها بمقدار تركيز OH^- ليصبح:

$$[C_2H_5NH_2] = 0.2 + 0.1 = 0.3 \text{ M}$$

أحسب $[OH^-]$ و pH للمحلول بعد إضافة القاعدة كما يلي:

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_b [\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2]}{[\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+]} = \frac{4.7 \times 10^{-4} \times 0.3}{0.3} = 4.7 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أحسب $[\text{H}_3\text{O}^+]$ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{4.7 \times 10^{-4}} = 2.0 \times 10^{-11} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(2.0 \times 10^{-11}) = 11 - 0.3 = 10.7$$

صفحة 68: مراجعة الوحدة

(1) قاعدة ارهينيوس: مادة تتأين في الماء، وتنتج أيون الهيدروكسيد OH^- .

حمض لويس: مادة يمكنها استقبال زوج إلكترونات أو أكثر في التفاعل.

مادة أمفوتيرية: مادة تسلك كحمض في تفاعل وتسلك كقاعدة في تفاعلات أخرى.

المحلول المنظم: محلول يقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني pH عند إضافة كمية قليلة من حمض قوي أو قاعدة قوية إليها.

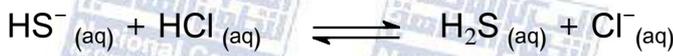
(2) أ) لأنه مانح للبروتون في التفاعل كما يتضح من المعادلة الآتية:



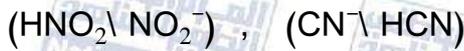
ب) لأنه يسلك كحمض عند تفاعله مع القاعدة NO_2^- ويكون مانح للبروتون في التفاعل كما في المعادلة الآتية:



ويسلك كقاعدة عند تفاعله مع الحمض HCl ويكون مستقبل للبروتون في التفاعل كما في المعادلة الآتية:



(3) الأزواج المترافقة:



(4) حمض HgI_2 ، وقاعدة لويس I^-

(5) أحسب عدد المولات القاعدة كما يلي:

$$n = \frac{m}{Mr} = \frac{4}{40} = 0.1 \text{ mol}$$

أحسب تركيز القاعدة NaOH وهو يساوي تركيز OH^- كما يلي:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1 \text{ mol}}{0.2 \text{ L}} = 0.5 \text{ M}$$

أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام العلاقة الآتية:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{5 \times 10^{-1}} = 2.0 \times 10^{-14} \text{ M}$$

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

$$pH = -\log(2.0 \times 10^{-14}) = 14 - \log 2 = 14 - 0.3 = 13.7$$

(6) تحليل السؤال:

حجم الحمض $0.02 \text{ L} = 20 \text{ mL} = \text{HBr}$

حجم القاعدة $0.01 \text{ L} = 10 \text{ mL} = \text{LiOH}$

تركيز الحمض $0.01 \text{ M} = \text{HBr}$

المطلوب: أحسب تركيز القاعدة LiOH .

الحل:

أحسب عدد مولات الحمض HBr :

$$n_{(\text{HBr})} = [\text{HBr}] \times V = 0.01 \text{ M} \times 0.02 \text{ L} = 0.0002 \text{ mol}$$

عند التعادل يكون عدد مولات الحمض مكافئاً لعدد مولات القاعدة؛ أي أن:

عدد مولات الحمض يساوي عدد مولات القاعدة، كما يأتي:

$$n_{(\text{HBr})} = n_{(\text{LiOH})} = 0.0002 \text{ mol}$$

$$[\text{LiOH}] = \frac{n}{V} = \frac{0.0002 \text{ mol}}{0.01 \text{ L}} = 0.02 \text{ M}$$

(7) تحليل السؤال:

حجم الحمض $0.02 \text{ L} = 20 \text{ mL} = \text{HBr}$

تركيز الحمض $0.5 \text{ M} = \text{HBr}$

حجم القاعدة $0.04 \text{ L} = 40 \text{ mL} = \text{KOH}$

تركيز القاعدة $0.4 \text{ M} = \text{KOH}$

المطلوب: حساب الرقم الهيدروجيني للمحلول الناتج.

الحل:

أحسب عدد مولات الحمض:

$$n_{(\text{HBr})} = [\text{HBr}] \times V = 0.5 \text{ M} \times 0.02 \text{ L} = 0.010 \text{ mol}$$

أحسب عدد مولات القاعدة:

$$n_{(\text{KOH})} = [\text{KOH}] \times V = 0.4 \text{ M} \times 0.04 \text{ L} = 0.016 \text{ mol}$$

أجد أن عدد مولات الحمض HBr أقل من عدد مولات القاعدة KOH ، ولذلك تستهلك جميع مولات المحلول الحمض HBr المضافة ويتبقى في القاعدة KOH ، أحسب عدد مولاتها المتبقية كما يلي:

عدد مولات القاعدة المتبقية = عدد مولات القاعدة المضافة - عدد مولات الحمض المستهلكة، أي ان:

$$n_{(\text{KOH}) \text{ المتبقية}} = n_{(\text{KOH})} - n_{(\text{HBr})} = 0.016 - 0.010 = 0.006 \text{ mol}$$

أحسب تركيز KOH في المحلول الناتج ويكون حجمه يساوي مجموع حجم المحلولي الحمض والقاعدة ويساوي 0.06 L يلي:

$$[\text{KOH}] = \frac{n}{V} = \frac{0.006 \text{ mol}}{0.06 \text{ L}} = 0.1 \text{ M}$$

$$[\text{KOH}] = [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-1} \text{ M}$$

أحسب تركيز H_3O^+ كما يلي:

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-1}} = 1.0 \times 10^{-13} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(1.0 \times 10^{-13}) = 13 - \log 1 = 13$$

(8) أ) CN^- ب) H_2SO_3 ج) محلول HF د) HCN

(9) تحليل السؤال

$$[\text{RCOOH}] = 0.1 \text{ M}$$

$$\text{pH} = 4$$

$$\Delta \text{pH} = 1.5$$

المطلوب: حساب عدد مولات الملح RCOONa المضافة.

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:



احسب أولاً تركيز $[H_3O^+]$ قبل إضافة الملح باستخدام pH

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

احسب K_a لمحلول الحمض حيث $[H_3O^+] = [RCOO^-]$ قبل إضافة الملح:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][RCOO^-]}{[RCOOH]} = \frac{(1 \times 10^{-4})^2}{0.1} = 1 \times 10^{-7}$$

الاحظ ان الملح المضاف تأثيره قاعدي، أي انه يزيد من الرقم الهيدروجين للمحلول عند اضافته اليه، فيكون الرقم الهيدروجيني pH للمحلول بعد إضافة الملح يساوي 5.52

احسب تركيز $[H_3O^+]$ للمحلول بعد إضافة الملح باستخدام pH

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-5.52} = 10^{(-5.52+6)-6} = 10^{0.48} \times 10^{-6} = 3 \times 10^{-6} \text{ M}$$

أحسب تركيز الملح المضاف ويساوي تركيز الأيون المشترك باستخدام K_a كما يلي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][RCOO^-]}{[RCOOH]}$$

$$[RCOO^-] = \frac{0.1 \times 1 \times 10^{-7}}{3 \times 10^{-6}} = 3.3 \times 10^{-3} \text{ M}$$

احسب عدد مولات الملح المضافة كما يلي:

$$M_{(RCOOH)} = \frac{n}{V}$$

$$n_{(RCOOH)} = M \times V = 3.3 \times 10^{-3} \times 2 = 6.6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

(10) تحليل السؤال

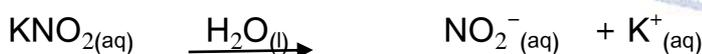
$$[HNO_2] = 0.3 \text{ M}$$

$$[KNO_2] = 0.2 \text{ M}$$

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

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:



أحسب تركيز H_3O^+ للمحلول المنظم باستخدام K_a كما يلي:

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.2}{0.3}$$

$$[H_3O^+] = 6.75 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(6.75 \times 10^{-4}) = 4 - \log 6.75 = 4 - 0.83 = 3.17$$

ب) أحسب تركيز NaOH المضاف ويساوي تركيز OH⁻ كما يلي:

$$M = \frac{n}{V} = \frac{0.1 \text{ mol}}{1} = 0.1 \text{ M}$$

عند إضافة القاعدة NaOH فإنها يتأين كلياً ويكون: [OH⁻] = [NaOH] = 0.1 M

تتفاعل القاعدة NaOH مع الحمض HNO₂ ويقل تركيزه بمقدار تركيز OH⁻ ليصبح:

$$[HNO_2] = 0.3 - 0.1 = 0.2 \text{ M}$$

ونتيجة لذلك تتكون القاعدة المرافقة NO₂⁻ ويزداد تركيزها بمقدار تركيز OH⁻ ليصبح:

$$[NO_2^-] = 0.2 + 0.1 = 0.3 \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني للمحلول بعد إضافة القاعدة كما يلي:

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.3}{0.2}$$

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

$$\text{pH} = -\log(3 \times 10^{-4}) = 4 - \log 3 = 4 - 0.48 = 3.52$$

(11) تحليل السؤال:

$$[CH_3NH_2] = 0.3 \text{ M}$$

$$[CH_3NH_3Cl] = 0.2 \text{ M}$$

حجم المحلول = 1 L

$$K_b = 4.4 \times 10^{-4}$$

$$\text{pH} = 10$$

الحل:

أكتب معادلة تأين كل من القاعدة والملح كما يلي:





عند إضافة الحمض HCl الى المحلول فان تركيز القاعدة CH_3NH_2 يقل بمقدار تركيز الحمض المضافة (X) ويزداد تركيز الأيون المشترك بالمقدار X نفسه، وبتطبيق ذلك في ثابت التأيين يمكن حساب تركيز الحمض المضاف، كما يلي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{NH}_3^+ + X]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2 - X]}$$

$$4.4 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4} (0.2 + X)}{(0.3 - X)}$$

$$4.4(0.3 - X) = (0.2 + X)$$

$$X = [\text{HCl}] = 0.21 \text{ M}$$

أحسب عدد مولات HCl المضاف كما يلي:

$$M_{(\text{HCl})} = \frac{n}{V}$$

$$0.21 \text{ M} = \frac{n}{1 \text{ L}}$$

$$n_{(\text{HCl})} = 0.21 \text{ mol}$$

احسب كتلة الحمض كما يلي:

$$n_{(\text{HCl})} = \frac{m}{Mr}$$

$$m_{(\text{HCl})} = 0.21 \text{ mol} \times 36.5 \text{ g/mol} = 7.66 \text{ g}$$

(12) أ (A) ب (B) ج (C) د (D) هـ (E)

(13) يحتوي الجدول الآتي معلومات تتعلق ببعض الحموض القواعد الضعيفة، أدرس هذه المعلومات ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

$$K_a = \frac{[\text{ClO}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HClO}]}$$

$$3.5 \times 10^{-8} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]^2}{0.1}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = 0.1 \times 3.5 \times 10^{-8} = 35 \times 10^{-10}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 5.9 \times 10^{-5} \text{ M}$$

وبأخذ جذر الطرفين نجد أن:

(ب) محلول HClO

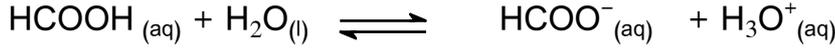
(ج) HCOOK

(د) الحمض المرافق للقاعدة $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$

(هـ) محلول $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$

(و) محلول $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2\text{Cl}$

(ز) الحل :



احسب ثابت تأين الحمض

$$K_a = \frac{(2 \times 10^{-3})^2}{0.03} = \frac{4 \times 10^{-6}}{3 \times 10^{-2}} = 1.33 \times 10^{-4}$$

احسب تركيز H_3O^+ للمحلول المنظم باستخدام K_a كما يلي:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$$

$$1.33 \times 10^{-4} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+] \times 0.01}{0.03}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 3.99 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(3.99 \times 10^{-4}) = 4 - \log 3.99 = 4 - 0.6 = 3.4$$

14) أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:



احسب تركيز H_3O^+ كما يلي:

$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{NO}_2^-]}{[\text{HNO}_2]}$$

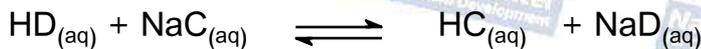
$$K_a = [\text{H}_3\text{O}^+] = 4.5 \times 10^{-4}$$

$$\text{pH} = -\log(4.5 \times 10^{-4}) = 4 - \log 4.5 = 4 - 0.65 = 3.35$$

15) أ) تزداد (ب) تقل لا تتأثر

16) أ) الحمض HZ

ب) أكتب معادلة لتفاعل محلول الحمض HD والملح NaC ، ثم:



ويمكن كتابة المعادلة على النحو الآتي:



- الزوجين المترافقين في المحلول : $(\text{HD} \setminus \text{D}^-)$, $(\text{C}^- \setminus \text{HC})$

- الجهة التي يرجحها الاتزان في التفاعل هي جهة المواد الأضعف، أي جهة المواد المتفاعلة.

ج) القاعدة المرافقة الأضعف: C^-

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

$$[OH^-] = \frac{K_b [B]}{[BH^+]} = \frac{1 \times 10^{-6} \times 1}{0.5} = 2.0 \times 10^{-6} \text{ M}$$

أحسب $[H_3O^+]$ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.0 \times 10^{-6}} = 0.5 \times 10^{-8} \text{ M}$$

رقم الفقرة	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
رمز الإجابة الصحيحة	ب	ج	أ	ب	د	ج	ب	د	ج	د	د	ج	د	د

إجابات أسئلة التجارب في كراس الأنشطة

صفحة 4: التجربة الاستهلاكية: خصائص الحمض والقاعدة

التحليل والاستنتاج:

- 1- يتحول لون ورقة الكاشف العام إلى اللون الأحمر في محلول حمض الهيدروكلوريك، وإلى اللون الأزرق في محلول هيدروكسيد الصوديوم.
- 2- أقارن لون ورقة الكاشف بالمرجع المرافق للكاشف العام وأقدر الرقم الهيدروجيني، ويجب أن تكون أقل من 7 بالنسبة لمحلول الحمض، وأكبر من 7 لمحلول القاعدة.
- 3- يلاحظ ارتفاع في درجة حرارة المحلول الناتج عن خلط محلول الحمض مع محلول القاعدة، وتفسير ذلك حدوث تفاعل تعادل بين محلول الحمض والقاعدة، وهو تفاعل طارد للحرارة ما سبب ارتفاع درجة حرارة المحلول الناتج.
- 4- يكون الرقم الهيدروجيني للمحلول الناتج يساوي 7.

مقارنة قوة الحموض

صفحة 6: التجربة (1)

التحليل والاستنتاج:

1. الرقم الهيدروجيني للحمض HCl : حوالي 1 و لحمض الايثانويك CH_3COOH حوالي 3
2. حمض HCl.
3. يتصاعد غاز الهيدروجين في محلول حمض HCl بسرعة أكبر من غاز CH_3COOH .
4. الحمض الأقوى: HCl ، والحمض الأضعف CH_3COOH .
5. كلما زادت قوة الحمض زادت الموصلية الكهربائية للحمض وزادت سرعة تفاعله وبالتالي تزداد سرعة تصاعد الغاز.

صفحة 8 : التجربة (2) معايرة حمض قوي بقاعدة قوية

التحليل والاستنتاج:

(1) نقطة التعادل أو نقطة النهاية.

(2) أستخدم حجم القاعدة التي تم إضافتها الى المحلول، ثم أطبق العلاقة الآتية:

$$n(\text{NaOH}) = M \times V$$

(3) عدد مولات الحمض يكون مساوياً لعدد مولات القاعدة المضافة عند نقطة التعادل، أي ان:

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl})$$

(4) أستخدم العلاقة الآتية :

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

(5) يتوقع أن يكون $\text{pH} = 7$

(6) تفاعل تعادل

تميه الأملاح

صفحة 10: التجربة (3)

التحليل والاستنتاج:

المحلول	NaCl	NH ₄ Cl	NaHCO ₃	CH ₃ COONa
لون المحلول بوجود الكاشف	أخضر	اصفر مخضر	ازرق فاتح	ازرق فاتح
طبيعة المحلول	متعادل	حمضي	قاعدي	قاعدي
الرقم الهيدروجيني	7	4-3	10-9	10-9

(1) أنظر الجدول

(2) لأن كلا المحلولين متعادل حيث الرقم الهيدروجيني تقريبا يساوي 7

(3) أنظر الجدول.

(4) أنظر الجدول.

(5) محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl : حمضي



محلول كربونات الصوديوم الهيدروجينية NaHCO_3 : قاعدي

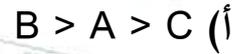


إيثانوات الصوديوم CH_3COONa : قاعدي

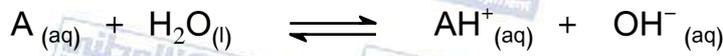


إجابات أسئلة التفكير كراس الأنشطة (صفحة 13)

السؤال (1):



(ب) أكتب معادلة تأين القاعدة:



وبما أن $[\text{OH}^-] = [\text{AH}^+] = X$ ، أكتب قانون ثابت التأين كما يلي:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{AH}^+]}{[A]}$$

لحساب الرقم الهيدروجيني لمحلول قاعدة، أحسب تركيز OH^- باستخدام ثابت التأين K_b كما يلي:

$$1 \times 10^{-9} = \frac{X^2}{0.1}$$

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$$

أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$K_w = [\text{H}_3\text{O}^+][\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-5}} = 1 \times 10^{-9} \text{ M}$$

أحسب الرقم الهيدروجيني باستخدام العلاقة: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

$$\text{pH} = -\log 1 \times 10^{-9} = 9$$

ج) الملح الذي له أقل رقم هيدروجيني؛ AHCl.

د) أكتب معادلة تأين القاعدة ومعادلة تفكك الملح:



أحسب تركيز HCl المضاف ويساوي تركيز H_3O^+ كما يلي:

$$M_{HCl} = \frac{n}{V} = \frac{0.01}{0.5} = 0.02 M$$

عند إضافة الحمض HCl فإنه يتأين كلياً ويكون: $[H_3O^+] = [HCl] = 0.02 M$

يتفاعل الحمض HCl مع القاعدة C ويقل تركيزها بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[C] = 0.2 - 0.02 = 0.18 M$$

ونتيجة لذلك يتكون الحمض المرافق CH^+ ويزداد تركيزه بمقدار تركيز H_3O^+ ليصبح:

$$[CH^+] = 0.2 + 0.02 = 0.22 M$$

أحسب $[OH^-]$ و pH للمحلول بعد إضافة الحمض كما يلي:

$$[OH^-] = \frac{K_b [C]}{[CH^+]} = \frac{1 \times 10^{-10} \times 0.22}{0.18} = 0.8 \times 10^{-10} M$$

أحسب $[H_3O^+]$ باستخدام ثابت تأين الماء K_w كما يلي:

$$[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{0.8 \times 10^{-10}} = 1.25 \times 10^{-4} M$$

أحسب الرقم الهيدروجيني pH للمحلول كما يلي:

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1.25 \times 10^{-4}) = 4 - 0.09 = 3.91$$

السؤال (2) : أ) أطبق ثابت تأين القاعدة K_b لحساب تركيز OH^- :

$$K_b = \frac{[OH^-][CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]}$$

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[OH^-] \times 0.4}{0.2}$$

$$[OH^-] = 2.25 \times 10^{-4} M$$

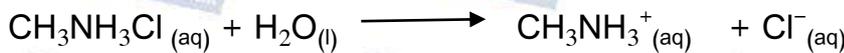
أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام ثابت تأين الماء K_w :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \frac{K_w}{[\text{OH}^-]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2.25 \times 10^{-4}} = 4.4 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log 4.4 \times 10^{-11} = 11 - \log 4.4 = 11 - 0.64 = 10.36$$

(ب) أكتب معادلة تأين القاعدة وتفكك الملح كما يلي:



أستخدم pH لحساب تركيز H_3O^+ :

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-10} = 1 \times 10^{-10} \text{ M}$$

أحسب تركيز OH^- باستخدام ثابت تأين الماء K_w :

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_w}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-4} \text{ M}$$

أطبق ثابت تأين القاعدة K_b لحساب تركيز الحمض HI المضاف:

$$K_b = \frac{[\text{OH}^-][\text{CH}_3\text{NH}_3^+] + [\text{HI}]}{[\text{CH}_3\text{NH}_2] - [\text{HI}]}$$

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{1 \times 10^{-4}(0.4 + X)}{0.2 - X}$$

$$4.5(0.2 - X) = 0.4 + X$$

$$X = 0.14 \text{ M}$$

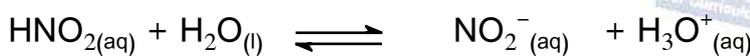
$$M_{(\text{HI})} = \frac{n_{(\text{HI})}}{V}$$

$$n_{(\text{HI})} = 0.14 \times 0.8 = 0.23 \text{ mol}$$

$$n_{(\text{HI})} = \frac{m_{(\text{HI})}}{M_r}$$

$$m_{(\text{HI})} = 0.23 \times 128 = 29.44 \text{ g}$$

السؤال (3) (أ) أكتب معادلة تأين كل من الحمض والملح:



أحسب تركيز H_3O^+ باستخدام K_a كما يلي:

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

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.2}{0.3}$$

$$[H_3O^+] = 6.75 \times 10^{-4} \text{ M}$$

$$\text{pH} = -\log(6.75 \times 10^{-4}) = 4 - \log 6.75 = 4 - 0.83 = 3.17$$

السؤال (4) : أ) أكتب معادلة تأن الحمض وتفكك الملح كما يلي:



احسب ثابت تأين الحمض (K_a) كما يلي:

$$K_a = \frac{[H_3O^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$[HCO_3^-] = [H_2CO_3]$$

$$K_a = [H_3O^+] = 4.3 \times 10^{-7}$$

ب) الأيون المشترك HCO_3^-

$$4.5 \times 10^{-4} = \frac{[H_3O^+] \times 0.1}{0.4}$$

$$[H_3O^+] = 1.8 \times 10^{-3} \text{ M}$$

ج) احسب النسبة $\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$ كما يلي:

أحسب تركيز H_3O^+ عندما يكون الرقم الهيدروجيني للمحلول يساوي 7.45

$$[H_3O^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-7.45} = 10^{(-7.45+8)-8} = 10^{0.55} \times 10^{-8} = 3.55 \times 10^{-8} \text{ M}$$

$$\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = \frac{K_a}{[H_3O^+]} = \frac{4.3 \times 10^{-7}}{3.55 \times 10^{-8}} = 12$$

السؤال (5): أحسب أولاً عدد مولات القاعدة، ثم أحسب تركيز محلول الحمض HCl، كما يلي:

$$n_{(KOH)} = \frac{m_{(KOH)}}{Mr_{(KOH)}} = \frac{1.12}{56} = 0.02 \text{ mol}$$

$$n_{(KOH)} = n_{(HCl)}$$

$$M_{(KOH)} \times V_{(KOH)} = M_{(HCl)} \times V_{(HCl)}$$

$$0.02 \times 0.014 = M_{(HCl)} \times 0.02$$

$$M_{(HCl)} = 0.014 \text{ M}$$

السؤال (6)

(1) محلول الحمض HB



الزوج الأول: الحمض HD وقاعدته المرافقة D^{-}

الزوج الثاني: القاعدة H_2O وحمضها المرافق H_3O^{+}

(3) املاح البوتاسيوم لهذه الحموض هي املاح قاعدية أقلها pH هو ملح الحمض HB ، وهو الملح KB .

(4) الاتزان يرجح الجهة التي تحتوي المواد الأضعف وهي جهة المواد المتفاعلة.

(5)

$$K_a = \frac{[H_3O^{+}][C^{-}]}{[HC]}$$

$$[H_3O^{+}][C^{-}] = X$$

$$4 \times 10^{-10} = \frac{X^2}{0.25}$$

$$X = [H_3O^{+}] = \sqrt{1 \times 10^{-10}} = 1 \times 10^{-5} \text{ M}$$

$$pH = -\log(1 \times 10^{-5}) = 5$$

السؤال (7) (1)

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

$$[OH^{-}] = K_b = 2 \times 10^{-4}$$

$$[H_3O^{+}] = \frac{K_w}{[OH^{-}]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{2 \times 10^{-4}} = 5 \times 10^{-11} \text{ M}$$

$$pH = -\log(5 \times 10^{-11}) = 11 - \log 5 = 11 - 0.7 = 10.3$$

(2)

$$[HCl] = 0.1 \text{ M}$$

$$K_b = \frac{[OH^{-}]([BH^{+}] + 0.1)}{[B] - 0.1}$$

$$2 \times 10^{-4} = \frac{[OH^{-}](0.3 + 0.1)}{0.3 - 0.1}$$

$$[OH^{-}] = 1 \times 10^{-4}$$

$$[H_3O^{+}] = \frac{K_w}{[OH^{-}]} = \frac{1 \times 10^{-14}}{1 \times 10^{-4}} = 1 \times 10^{-10} \text{ M}$$

$$pH = -\log(1 \times 10^{-10}) = 10$$