أوراق المكثفة الامتحانية 2023 — الكيمياء — المدرس: مجد شدّاد

- الوحدة الرابعة: الكيمياء التحليلية
- الدرس الأول: الحموض والأسس.

نظريات الحموض والأسس

1- نظرية أرينوس:

الحمض: هو كل مادة كيميائية قادرة على تحرير أيون الهيدروجين H^+ عند انحلالها بالماء

$$HA \longrightarrow H^+ + A^-$$

الأساس: هو كل مادة كيميائية تحرر أيون هيدروكسيد OH^- عند انحلالها في الماء.

$$BOH \longrightarrow B^+ + OH^-$$

2. نظرية برونشتد - لوري: (هامة نظري ومسائل).

الحمض: هو كل مادة كيميائية قادرة على منح بروتون H^+ إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

الأساس: هو كل مادة كيميائية قادرة على استقبال بروتون H^+ من مادة أخرى تتفاعل معها.

سؤال: حدد الحمض والأساس حسب نظرية برونشتد-لوري في كل من التفاعلات الآتية:

1) $HA + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + A^-$

- HA: يمنح بروتون H^+، فهو حمض حسب برونشتد - لوري
- H_2O: استقبل بروتون H^+، فهو أساس حسب برونشتد - لوري

2) $HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4^+ + Cl^-$

- HCl: يمنح بروتون H^+، فهو حمض .....
- NH_3: استقبل بروتون H^+، فهو أساس .....

3. نظرية لويس: (سؤال نظري)

- **الحمض**: هو كل مادة كيميائية قادرة على استقبال زوج الكتروني من مادة أخرى تتفاعل معها
- **الأساس**: هو كل مادة كيميائية قادرة على منح زوج الكتروني إلى مادة أخرى تتفاعل معها.

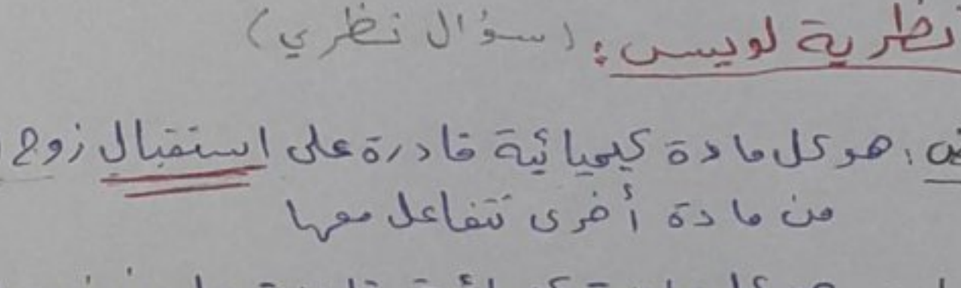
سؤال: حدد الحمض و الأساس حسب نظرية لويس في كل من التفاعلات التالية:

1) $\ddot{N}H_3 + BF_3 \longrightarrow (H_3N \rightarrow BF_3)$ (رابطة تساندية)

- NH_3: أساس لويس، لأنه منح زوج الكتروني.
- BF_3: حمض لويس، لأنه استقبل زوج الكتروني.
- نوع الرابطة بين ذرتي البور B و النتروجين N:

رابطة تساندية: هي الرابطة المتشكلة بين الذرة المانحة للزوج الالكتروني و الذرة المستقبلة

هامش:



2) $Fe^{2+} + 6H_2O \longrightarrow [Fe(H_2O)_6]^{2+}$

ملاحظة: الأيونات التي تحمل شحنة موجبة نعتبرها حمض لويس

- Fe^{2+}: حمض لويس، يستقبل زوج الكتروني
- H_2O: أساس لويس، منح زوج الكتروني.

3) $NH_3 + H^+ \longrightarrow NH_4^+$

- NH_3: أساس لويس، منح
- H^+: حمض لويس، استقبل.

الأزواج المترافقة: أساس/حمض وفق برونشتد-لوري

ملاحظات:

* عندما يمنح الحمض بروتون يتحول هذا الحمض إلى أساس مرافق
* عندما يستقبل الأساس بروتون يتحول إلى حمض مرافق

سؤال: حدد الأزواج المترافقة (حمض/أساس) حسب برونشتد - لوري

1) $HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$

حمض (1) — أساس (2) — أساس مرافق (1) — حمض مرافق (2)

أو: أساس/حمض

HCl/Cl^- ، H_3O^+/H_2O

MAJD-SHADDAD
0949198466
سلسلة - التجمع - التعليمي

2) $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

أساس (2) — حمض (1) — حمض مرافق (2) — أساس مرافق (1)

أو: أساس/حمض (دائماً عاليان)

NH_4^+/NH_3 ، H_2O/OH^-

ملاحظات:

* كلما كان الحمض أقوى كان أساسه المرافق أضعف والعكس صحيح.
* كلما كان الأساس أقوى كان حمضه المرافق أضعف والعكس صحيح.

سؤال: إذا علمت أن أيون السيانيد CN^- أساس أقوى من أيون الخلات CH_3COO^-، اكتب صيغة الحمض المرافق لكل منهما حسب نظرية برونشتد لوري، وبين أي الحمضين أقوى مع التعليل

HCN: هو الحمض المرافق للأساس CN^-

CH_3COOH: هو الحمض المرافق للأساس CH_3COO^-

HCN أقوى من CH_3COOH لأن CN^- أقوى من CH_3COO^- كأساس

التأين الذاتي للماء وثابت تأينه

سؤال: يعد الماء ناقلاً رديئاً للتيار لامتوائه على أيونات قليلة. والمطلوب:

ⓐ اكتب معادلة التأين الذاتي للماء وحدد الأزواج المترافقة (أساس/حمض) وفق نظرية برونشتد - لوري.

ⓑ اكتب عبارة ثابت التوازن (ثابت تأين الماء).

$$H_2O_{(\ell)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

أساس مرافق(1) حمض مرافق(2) أساس(2) حمض(1)

ⓑ ثابت تأينه الماء K_w يعطى بالعلاقة:

$$K_w = [H_3O^+].[OH^-] = 10^{-14}$$

قوة الحمض وقوة الأساس

الحموض القوية:

حمض كلور الماء	HCl	(أحادي الوظيفة)
حمض الآزوت	HNO_3	(أحادي الوظيفة)
حمض الكبريت	H_2SO_4	(حمض ثنائي الوظيفة)

علل هذه الحموض قوية؟ لأن تأينها تام في المحاليل المائية ($\longrightarrow$)

معادلة تأين حمض كلور الماء HCl.

	$HCl + H_2O \longrightarrow Cl^- + H_3O^+$	
بدء	C_a	0 0
نهاية	0	C_a C_a

معادلة تأين حمض الكبريت H_2SO_4 (ثنائي الوظيفة).

	$H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H_3O^+$	
بدء	C_a	0 0
نهاية	0	C_a $2C_a$

ملاحظة من أجل حل المسائل:

- $[H_3O^+] = C_a$ عندما يكون الحمض القوي أحادي الوظيفة يكون
- $[H_3O^+] = 2C_a$ عندما يكون الحمض القوي ثنائي الوظيفة يكون

• الحموض الضعيفة:

حمض النمل	$HCOOH$
حمض الخل	CH_3COOH
حمض سيانيد الهيدروجين	HCN

هي حموض ضعيفة أحادية الوظيفة

علل هذه الحموض ضعيفة؟ لأن تأينها جزئي في المحاليل المائية ($\rightleftharpoons$)

MAJD SHADDAD
0949198466
سلسلة - التجمع - التعليمي

معادلة تأين حمض النمل

	$HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + H_3O^+$	
بدء	C_a	0 0
توازن	$C_a - x$	x x

- نلاحظ أن $[H_3O^+] \neq C_a$ بل $[H_3O^+] = x$ ؟

$\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C_a}$ ← درجة التأين ← التركيز الابتدائي

- في الحموض القوية أحادية الوظيفة: $\alpha = 1$
- في الحموض الضعيفة: $1 \gg \alpha$

⇐ من أجل الحموض الضعيفة أحادية الوظيفة

$[H_3O^+] = \alpha . C_a$ ← حساب تركيز $[H_3O^+]$ في حال الحموض الضعيفة ← مقدرة بـ $mol.L^{-1}$

• الأسس القوية:

- هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$
- هيدروكسيد البوتاسيوم KOH

} أسس قوية أحادية الوظيفة

علل: هذه الأسس قوية؟ لأن تأينها تام في المحاليل المائية ($\longrightarrow$)

معادلة تأين $NaOH$.

	$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$	
بدء	C_b	0 0
نهاية	0	C_b C_b

$[OH^-] = C_b$ ⇐

• الأسس الضعيفة:

- هيدروكسيد الأمونيوم NH_4OH
- النشادر NH_3

} أسس ضعيفة أحادية الوظيفة

علل: هذه الأسس ضعيفة؟ لأن تأينها جزئي في المحاليل المائية ($\rightleftharpoons$)

معادلة تأين NH_4OH

	$NH_4OH \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$	
بدء	C_b	0 0
توازن	$C_b - x$	x x

معادلة تأين NH_3

	$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$	
بدء	C_b	0 0
توازن	$C_b - x$	x x

نلاحظ $[OH^-] = x$ بل $[OH^-] \neq C_b$ ← نحصل عليه

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

- في حال الأسس القوية أحادية الوظيفة: $\alpha = 1$
- أسس ضعيفة: $\alpha \ll 1$

$[OH^-] = \alpha . C_b$ ← حساب تركيز OH^- في حال أسس ضعيفة ← $mol.L^{-1}$

الأسس الهيدروكسيدي pH والهيدروكسيدي pOH

- $pH = -\log[H_3O^+] \Longleftrightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$
يعبر الـ pH عن درجة الحموضة في المحلول المائي
- $pOH = -\log[OH^-] \Longleftrightarrow [OH^-] = 10^{-pOH}$
يعبر الـ pOH عن درجة الأساسية في المحلول المائي
- $pH + pOH = 14$
العلاقة بين درجة الحموضة ودرجة القلوية

سلّم الـ pH

تزداد الصفة الحمضية ← الحمض الأقوى ← أصغر قيمة
تزداد الصفة القلوية → الأساس الأقوى → أكبر قيمة

0	7	14
$pH < 7$	$pH = 7$	$pH > 7$
حمضي	معتدل	قلوي
$[H_3O^+] > 10^{-7}\ mol.L^{-1}$	$[H_3O^+] = [OH^-] = 10^{-7}$	$[H_3O^+] < 10^{-7}\ mol.L^{-1}$
$[OH^-] < 10^{-7}\ mol.L^{-1}$		$[OH^-] > 10^{-7}\ mol.L^{-1}$
$[H_3O^+] > [OH^-]$		$[H_3O^+] < [OH^-]$

دورة واو 2

سؤال رتب المحاليل الآتية متساوية التركيز تصاعدياً حسب تزايد قيم الـ pH لكلٍ منها:
HCN ، KOH ، NH_4OH ، HNO_3

$HNO_3 \rightarrow HCN \rightarrow NH_4OH \rightarrow KOH$
pH أقل ← pH أكبر

قوي	ضعيف	ضعيف	قوي
HNO_3	HCN	NH_4OH	KOH
حامض			
0	7		14

تذكرة في القوانين

$[OH^-]$

1. $[OH^-] = C_b$ في حال أساس قوي أحادي الوظيفة
2. $[OH^-] = 10^{-pOH}$ إذا علمت قيمة pOH
3. $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]}$ إذا علمت قيمة $[H_3O^+]$
4. $[OH^-] = \alpha \cdot C_b$ في حال لدينا أساس ضعيف ودرجة تأين وتركيز معلوم

pH

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

pOH

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

العلاقة بين pH و pOH:

$pH + pOH = 14$

ثابت تأين الماء K_w

$K_w = [H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$

قوانين لحل مسائل الحموض القوية والأسس القوية

1. التركيز الغرامي $C_{g.L^{-1}}$

$C_{g.L^{-1}} = \frac{m}{V}$ — m: كتلة المذاب، V: حجم العينة (L)

2. التركيز المولي $C_{mol.L^{-1}}$:

$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V}$ — n: عدد المولات، V: حجم

3. العلاقة بين التركيز المولي والتركيز الغرامي:

$C_{mol.L^{-1}} = \frac{C_{g.L^{-1}}}{M} \longrightarrow C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}} \times M$

M: الوزن الجزيئي

4. حساب كتلة المادة m:

$m = C_{g.L^{-1}} \cdot V$ ← دائماً باللتر

$m = C_{mol.L^{-1}} \cdot M \times V$ ← دائماً باللتر

5. حساب عدد المولات n:

$n = \frac{m}{M}$ — m: كتلة العينة، M: الوزن الجزيئي

6. قانون التخديد: بالماء المقطر

$n = n'$ قبل التخديد، بعد التخديد

$C \cdot V = C' \cdot V'$

ملاحظة: عندما نخدد لا يتغير عدد مولات المادة المنحلة.

$[H_3O^+]$

1. $[H_3O^+] = C_a$ في حال لدينا تركيز C_a معلوم لحمض قوي أحادي الوظيفة
2. $[H_3O^+] = 2C_a$ في حال لدينا تركيز C_a معلوم لحمض قوي ثنائي الوظيفة
3. $[H_3O^+] = 10^{-pH}$ في حال علمت قيمة pH
4. $[H_3O^+] = \frac{K_w}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{[OH^-]}$ في حال علمت قيمة $[OH^-]$
5. $[H_3O^+] = \alpha \cdot C_a$ في حال لدينا حمض ضعيف ومعلوم درجة التأين وتركيز الحمض

MAJD SHADDAD
0949198466 /@majd223
#سلسلة - التجمع - التعليمي

مسألة [1]: محلول مائي لحمض كلور الماء تركيزه $0.1\ mol.L^{-1}$

(1) احسب تركيز هذا المحلول مقدراً بـ $g.L^{-1}$: والمطلوب:

معطيات: $H:1$ ، $Cl:35.5$ ، $H:1$

HCl حمض قوي أحادي الوظيفة

$$\longrightarrow$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = C_a$$

(1) $C_{g.L^{-1}} = ?$

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{C_{g.L^{-1}}}{M} \Rightarrow C_{g.L^{-1}} = C_{mol.L^{-1}} \times M$$

$M = 1 + 35.5 = 36.5$

$$\Rightarrow C_{g.L^{-1}} = 0.1 \times M$$

$$= 0.1 \times 36.5 = \boxed{\quad\quad g.L^{-1}}$$

(2) حساب قيمة pH, pOH:

لأن الحمض قوي أحادي $10^{-1} = [H_3O^+] = C_a$

$$\Rightarrow pH = -\log[H_3O^+] = -\log[10^{-1}]$$

$$\Rightarrow pH = 1$$

$$pOH + pH = 14$$

$$\Rightarrow pOH = 14 - pH$$

$$\Rightarrow pOH = 14 - 1 = 13$$

ثابت جداء الماء K_e

(3) يضاف $180ml$ من الماء المقطر إلى حجم V من محلول الحمض السابق فيصبح تركيزه $0.01\ mol.L^{-1}$ والمطلوب احسب V.

بعد $n = n'$ قبل

$C \cdot V = C' \cdot V'$ ← محلول الحمض السابق ← فيصبح ← حجم المحلول = حجم الماء المضاف + حجم الحمض

$0.1 \times V = 0.01 \times (180 + V)$

$0.1V = 1.8 + 0.01V$

$0.1V - 0.01V = 1.8$

$0.09V = 1.8$

$$\Rightarrow V = \frac{1.8}{0.09} = 20\ ml$$

مسألة [2]: الرابعة في الكتاب: $H:1$ ، $O:16$ ، $S:32$

محلول مائي لحمض الكبريت تام التأين له حجم $1L$ والمطلوب: $pH = 1$

$[H_3O^+] = 2C_a$

معطيات: H_2SO_4 حمض قوي ثنائي

$$\longrightarrow$$

$pH = 1$

(1) اكتب معادلة تأين هذا الحمض:

$$H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow SO_4^{2-} + 2H_3O^+$$

(2) احسب تركيز هذا الحمض بـ $mol.L^{-1}$ ؟ $C_{mol.L^{-1}}$

$pH = 1 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH} \longrightarrow [H_3O^+] = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$

$[H_3O^+] = 2C_a$

$\Rightarrow 10^{-1} = 2C_a \Rightarrow C_a = \frac{10^{-1}}{2}$ حمض الكبريت قوي ثنائي الوظيفة

$$C_a = \frac{0.1}{2} = 0.05\ mol.L^{-1}$$

(3) احسب كتلة حمض الكبريت في $50ml$ من محلول الحمض السابق ← نفس التركيز

$m = C_{mol.L^{-1}} \cdot M_{H_2SO_4} \cdot V$ ← حجم بوحدة لتر

$M(H_2SO_4)$

$M = 2 + 32 + 16(4) = 98$

$m = 0.05 \times 98 \times 50 \times 10^{-3}$

$m = 0.24\ g$

(4) يضاف بالتدريج $10ml$ من محلول الحمض السابق ← نفس التركيز 0.05 إلى $90ml$ من الماء المقطر والمطلوب: احسب تركيز المحلول الناتج بعد التمديد واحسب pH للمحلول الجديد.

تمديد: بعد n = قبل n

$C \times V = C' \times V'$

$0.05 \times 10 = C' \times (10 + 90)$ ← حجم الحمض + حجم الماء المقطر ← (100)

$$\Rightarrow C' = \frac{0.05 \times 10}{100} = 0.005\ mol.L^{-1}$$

حساب pH المحلول الجديد:

$[H_3O^+] = 2(0.005) = 0.01 = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$

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

$= -\log(10^{-2})$

$= -(-2)\log(10) = 2$

$\Longrightarrow \boxed{pH = 2}$

MAJD SHADDAD
0949198466
#سلسلة-التجمع-التعليمي
T: @majd223

مسألة 3: المسألة الأولى في الكتاب.

يذاب $8\,g$ من هيدروكسيد الصوديوم بالماء المقطر ويكمل الحجم إلى $2\,L$ والمطلوب حساب: $Na:23$ ، $O:16$ ، $H:1$

معطيات:

NaOH أساس قوي ($\longrightarrow$ أحادي الوظيفة)

$[OH^-] = C_b$

1) قيمة $[OH^-]$ ، $[H_3O^+]$:

يجب أن نحسب التركيز المولي الابتدائي ومنه نوجد قيمة $[OH^-]$

$$C_{mol.L^{-1}} = \frac{n}{V} \rightarrow P \quad ; \quad n = \frac{m}{M} = \frac{8}{40} = 0.2\,mol$$

$$\Rightarrow C_{mol.L^{-1}} = \frac{0.2}{2} = 0.1\ mol.L^{-1}$$

وعليه NaOH أساس قوي $\Leftarrow [OH^-] = C_b$

$$\Rightarrow [OH^-] = 0.1\ mol.L^{-1}$$

حساب $[H_3O^+]$ من ثابت تأين الماء.

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} \Rightarrow [H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-1}} = 10^{-13}\ mol.L^{-1}$$

2) قيمة pOH ، pH للمحلول:

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log[10^{-1}] = 1$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = -\log[10^{-13}] \Rightarrow pH = 13$$

3) حجم الماء المقطر اللازم إضافته إلى $50\,ml$ من المحلول السابق ليصبح قيمة $pH' = 11$:

قبل n = بعد n'

$C \times V = C' \times V'$

$0.1 \times 50\,ml = ? \times ?$

$pH' = 11 \Rightarrow [H_3O^+]' = 10^{-pH'} = 10^{-11}\ mol.L^{-1}$

$\Rightarrow K_w = [H_3O^+]' \cdot [OH^-]' = 10^{-14}$

$$\Rightarrow [OH^-]' = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]'} = \frac{10^{-14}}{10^{-11}} = 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$

$[OH^-]' = C_b' = 10^{-3}$ وبما أن NaOH أساس قوي

$$\Rightarrow V' = \frac{0.1 \times 50}{10^{-3}} = \frac{10^{-1} \times 50}{10^{-3}} = 5000\,ml$$

$V_{\text{ماء مقطر}} = V' - V = 5000 - 50 = 4500\,ml$

حجم كبير

مثال آخر الإجابة للتمديد

نمدد محلول $NaNa_3$ حجمه $100\,ml$ وتركيزه $1.2\,mol.L^{-1}$ وذلك بإضافة كمية من الماء المقطر إليه تساوي ثلاثة أضعاف حجمه فيتضع التركيز الجديد للمحلول مقدراً $mol.L^{-1}$:

$C = 1.2\,mol.L^{-1}$ ، $C' = ?$

$V = 100\,ml$ ، $V' = (300 + 100)$ (حجم الماء)

قبل n = بعد n

$C \cdot V = C' \cdot V'$

$1.2 \times 100 = C' \times 400$

$$\Rightarrow C' = \frac{1.2 \times 10^{0}}{400} = 0.3\ mol.L^{-1}$$

ثابت تأين الحموض الضعيفة أحادية الوظيفة

نشاط صفي: لديك محلول مائي لحمض ضعيف HA، المطلوب:

1) اكتب معادلة تأينه:

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

بدء: C_a ، 0 ، 0

التوازن: $C_a - x$ ، x ، x

2) اكتب عبارة ثابت تأين الحمض الضعيف Ka

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]}$$

يستخدم في حال حمض ضعيف أحادي الوظيفة

3) أثبت أن:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot C_a}$$

من التأين لدينا $[A^-] = [H_3O^+]$

$$\Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+][H_3O^+]}{[HA]} = \frac{[H_3O^+]^2}{[HA]}$$

- نهمل القيمة المتفاعلة من الحمض الضعيف لأنها صغيرة:

$[HA] = C_a$

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

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

يستخدم في حال حمض ضعيف أحادي الوظيفة

تناسب طردي

$\swarrow [H_3O^+]$ ، pH $\searrow$

MAJD.SHADDAD
0949198466
#تسلسل - التجمع - التعليمي
T: @majd223

ثابت تأين الأساس الضعيف نشاط ص 92

لديك محلول أساس ضعيف B تأينه جزئي في الماء المطلوب:

1) اكتب معادلة تأينه:

$$B + H_2O \rightleftharpoons BH^+ + OH^-$$

بدء	c_b	0	0
توازن	$c_b - x$	x	x

2) استنتج علاقة ثابت تأين الأساس الضعيف K_b:

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

3) أثبت أن: $[OH^-] = \sqrt{K_b \cdot c_b}$

من معادلة التأين لدينا:

$$[BH^+] = [OH^-]$$

$$\Rightarrow K_b = \frac{[OH^-][OH^-]}{[B]} = \frac{[OH^-]^2}{[B]}$$

وبإهمال القيمة المتفاعلة من الأساس الضعيف لأنها صغيرة

$$\Rightarrow [B] = c_b$$

$$\Rightarrow K_b = \frac{[OH^-]^2}{c_b}$$

$$\Rightarrow [OH^-] = \sqrt{K_b \cdot c_b}$$

أساس أقوى ← أكبر K_b ← أكبر pH ← تتحقق من حال أساس ضعيف مائي

كيف نميز بين قوة محلولين حمضيين؟

نأخذ لدينا: 1) محلول حمض سيانيد الهيدروجين HCN

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

2) محلول حمض النمل HCOOH

$K_a = 5 \times 10^{-4}$

هامش (للتوضيح)

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

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot c_a}$$

- في أي محلول تكون قيمة pH أقل:
  ⇐ HCOOH تكون قيمة pH أقل
- في أي محلول تكون قيمة pH أكبر:
  ⇐ HCN تكون قيمة pH أكبر

$$K_w = [H_3O^+][OH^-] = 10^{-14}$$

هامش:

- في أي محلول تكون قيمة $[OH^-]$ أكبر:
  ⇐ HCN تكون قيمة $[OH^-]$ أكبر
- في أي محلول تكون $[H_3O^+]$ أكبر:
  ⇐ HCOOH تكون قيمة $[H_3O^+]$ أكبر

مسألة 4: مسألة 2 في الكتاب

محلول مائي لحمض سيانيد الهيدروجين له pH=5 وتركيزه 5×10^{-3} والمطلوب:

درجة تأين حمض السيانيد

HCN حمض ضعيف أحادي (⇌) ← pH = 5 ← $\alpha = 5 \times 10^{-3}$

$[H_3O^+] = \alpha \cdot c_a$

$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot c_a}$

1) اكتب معادلة تأين هذا الحمض:

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

2) احسب قيمة التركيز الابتدائي لهذا الحمض وثابت تأينه:

- التركيز الابتدائي c_a:

$$pH = 5 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5} \ mol.l^{-1}$$

$$c_a = \frac{[H_3O^+]}{\alpha} = \frac{10^{-5}}{5 \times 10^{-3}} = 2 \times 10^{-3} \ mol.l^{-1}$$

- ثابت التأين K_a:

$$[H_3O^+] = \sqrt{K_a \cdot c_a}$$

$$[H_3O^+]^2 = K_a \cdot c_a$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{c_a} = \frac{[10^{-5}]^2}{2 \times 10^{-3}} = 0.5 \times 10^{-7}$$

(مربع)

3) بين بالحساب كيف يتغير $[H_3O^+]$ (السبب الجديد على القديم) عند تصبح pH=6:

$$pH' = 6 \Rightarrow [H_3O^+]' = 10^{-6} \ mol.l^{-1}$$

$$\frac{[H_3O^+]'}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-6}}{10^{-5}} = 10^{-1} = \frac{1}{10}$$

$$[H_3O^+]' \times 10 = [H_3O^+]$$

ينقص تركيز الهيدرونيوم 10 مرات.

نهاية دارس الحموض والأسس ...

MAJD.SHADDAD
0949198466
سلسلة التجمع التعليمي #
@majd223