najah213.com · نجاح 213

5/1

الوحدة 4 : تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن

2020

I. انحلال حمض او أساس في الماء

1. الحمض (Acide)


برونستد - لوري

• تعريف الحمض حسب برونستد : هو كل فرد كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ او أكثر .

• معادلة تفاعل الحمض مع الماء :

$$AH + H_2O = H_3O^+ + A^-$$

مثال : $CH_3COOH + H_2O = H_3O^+ + CH_3COO^-$

• الثنائية (اساس / حمض) :

(AH / A^-)

مثال : (CH_3COOH / CH_3COO^-) ، (H_3O^+ / H_2O)

2. جدول التقدم

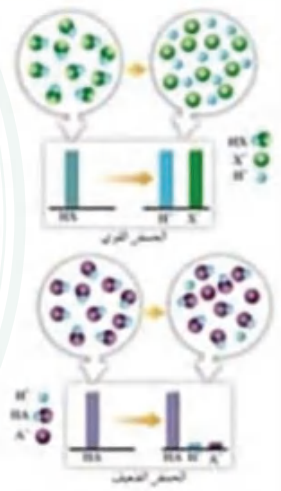
• جدول التقدم

المعادلة	AH	+ H_2O =	H_3O^+	+ A^-
ح.ا	n_0	بوفرة	0	0
ح.ا	$n_0 - x$		x	x
ح.ن	$n_0 - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

مثال :

المعادلة	CH_3COOH	+ H_2O =	H_3O^+	+ CH_3COO^-
ح.ا	$C_0.V$	بوفرة	0	0
ح.ا	$C_0.V - x$		x	x
ح.ن	$C_0.V - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

3. الحمض القوي و الحمض الضعيف و نسبة التقدم النهائي τ_f



• الحمض القوي : يتشرد كليا في الماء (تفاعل تام) .

أمثلة : حمض كلور الهيدروجين HCl، حمض الأزوت HNO_3 ، حمض الكبريت H_2SO_4 ...

• الحمض الضعيف : يتشرد جزئيا في الماء (تفاعل غير تام).

أمثلة : حمض الميثانويك HCOOH، حمض الايثانويك CH_3COOH ، حمض البنزويك C_6H_5COOH ...

• التقدم النهائي x_f : هو التقدم الذي من اجله تتوقف الجملة عن التطور (تجريبيا)

$$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f . V$$

• التقدم الاعظمي x_{max} : هو التقدم الذي من اجله تنعدم كمية مادة المتفاعل المحد (نظريا)

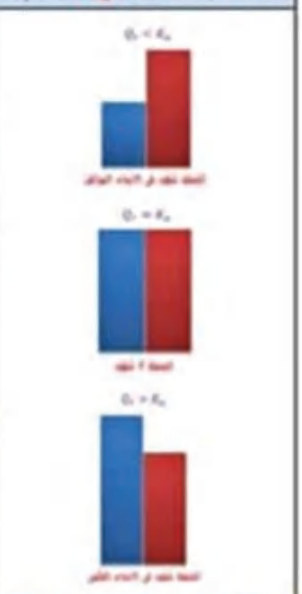
$$x_{max} - C_0.V = 0 \Rightarrow x_{max} = C_0.V$$

• نسبة التقدم النهائي :

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0}$$

- $\tau_f = 1$: التفاعل تام و الحمض قوي
- $\tau_f < 1$: التفاعل غير تام و الحمض ضعيف

4. كسر التفاعل Qr و ثابت التوازن للحموضة K_a و pKa للثنائية (AH/A^-)



• معادلة انحلال حمض في الماء

$$AH + H_2O = H_3O^+ + A^-$$

• كسر التفاعل Qr

$$Q_r = \frac{[H_3O^+].[A^-]}{[AH]}$$

• ثابت التوازن للحموضة Ka

$$Q_{rf} = K_a \Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]_f.[A^-]_f}{[AH]_f}$$

• pKa للثنائية (AH/A^-)

$$K_a = 10^{-pK_a} \Rightarrow pKa = -\log K_a$$

مثال : انحلال حمض الايثانويك في الماء

1. معادلة انحلال حمض الايثانويك في الماء

$$CH_3COOH + H_2O = H_3O^+ + CH_3COO^-$$

2. كسر التفاعل Q_r

$$Q_r = \frac{[H_3O^+].[CH3COO-]}{[CH3COOH]}$$

3. ثابت التوازن للحموضة Ka

$$K_a = \frac{[H_3O^+]_f.[CH3COO-]_f}{[CH3COOH]_f}$$

4. pKa للثنائية (CH3COOH/CH3COO −)

$$pKa = -\log Ka$$

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً

najah213.com

najah213.com · نجاح 213

I. انحلال أساس في الماء

1. الاساس (Base)


بر ونستد - لوري

- تعريف الاساس حسب برونستد : هو كل فرد كيميائي قادر على اكتساب بروتون H^+ او أكثر .
- معادلة تفاعل الأساس مع الماء :

$$B + H_2O = OH^- + BH^+$$

مثال : $NH_3 + H_2O = OH^- + NH_4^+$

- الثنائية (اساس / حمض) : لكل حمض أساس مرافق و لكل أساس حمض مرافق

(BH^+ / B)

مثال : (NH_4^+ / NH_3) ، (H_2O / OH^-)

2. جدول التقدم

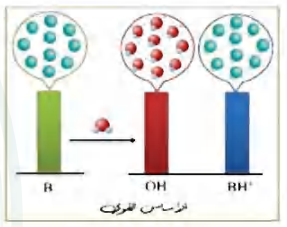
- جدول التقدم

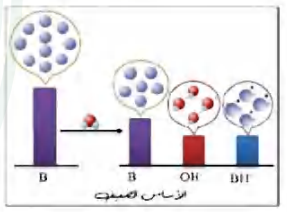
المعادلة	B	+ H_2O =	OH^-	+ BH^+
ح.ا	n_b	بوفرة	0	0
ح.ا	$n_b - x$		x	x
ح.ن	$n_b - x_{max}$		x_f	x_f

مثال :

المعادلة	NH_3	+ H_2O =	OH^-	+ NH_4^+
ح.ا	n_b	بوفرة	0	0
ح.ا	$n_b - x$		x	x
ح.ن	$n_b - x_{max}$		x_f	x_f

3. الحمض القوي و الحمض الضعيف و نسبة التقدم النهائي τ_f





- الاساس القوي : يتشرد كليا في الماء (تفاعل تام) .
أمثلة: هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$، هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ...
- الأساس الضعيف : يتشرد جزئيا في الماء (تفاعل غير تام).
أمثلة : النشادر NH_3، الايثانوات CH_3COO^- ....
- التقدم النهائي x_f : هو التقدم الذي من اجله تتوقف الجملة عن التطور (تجريبيا)

$$x_f = [OH^-]_f . V \implies [OH^-]_f = \frac{x_f}{V}$$

- التقدم الاعظمي x_{max} : هو التقدم الذي من اجله تنعدم كمية مادة المتفاعل المحد (نظريا)

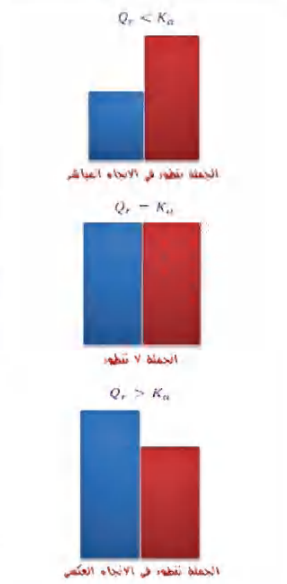
$$x_{max} = C_0 . V \implies x_{max} - C_0 . V = 0$$

- نسبة التقدم النهائي :
  - $\tau_f = 1$: التفاعل تام و الأساس قوي
  - $\tau_f < 1$: التفاعل غير تام و الأساس ضعيف

$$\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_0} \implies \tau_f = \frac{x_f}{x_{max}}$$

ملاحظة : نسبة التقدم النهائي τ_f تتعلق بالتراكيز الابتدائية (الحالة الابتدائية للجملة)

4. كسر التفاعل Qr و ثابت التوازن للحموضة K_a و pKa للثنائية (BH^+ / B)



- معادلة انحلال الأساس في الماء

$$B + H_2O = OH^- + BH^+$$

- كسر التفاعل Qr

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

- ثابت التوازن للحموضة Ka

$$Q_{rf} = K \implies K = \frac{[OH^-]_f.[BH^+]_f}{[B]_f} = \frac{K_e}{K_a}$$

- pKa للثنائية (BH^+ / B)

$$K_a = 10^{-pK_a} \implies pKa = -\log K_a$$

ملاحظة : ثابت التوازن K_a لا يتعلق بالتراكيز الابتدائية (الحالة الابتدائية للجملة)

مثال : انحلال الامونيوم في الماء

1. معادلة انحلال الامونيوم في الماء

$$NH_3 + H_2O = OH^- + NH_4^+$$

2. كسر التفاعل Q_r

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

3. ثابت التوازن للحموضة Ka

$$K = \frac{[OH^-]_f.[NH_4^+]_f}{[NH_3]_f} = \frac{K_e}{K_a}$$

$$\implies K_a = K_e . \frac{[NH_3]_f}{[OH^-]_f.[NH_4^+]_f}$$

4. pKa للثنائية (NH_4^+ / NH_3)

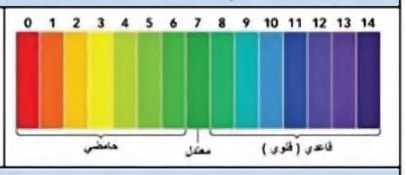
$pKa = - \log Ka$

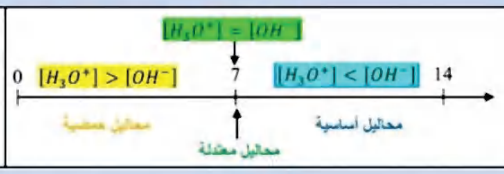
فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213

I. pH محلول مائي

1. سلم الـ pH





- إذا كان $pH < 7$ فإن الوسط حامضي
- إذا كان $pH > 7$ فإن الوسط قاعدي
- إذا كان $pH = 7$ فإن الوسط معتدل

2. الـ pH



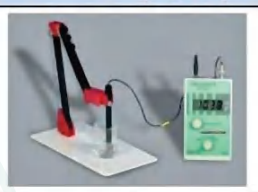
- المحاليل الممدة و عند $\theta = 25^0C$

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

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

الأس الهيدروجيني : pH
تركيز شوارد الهيدرونيوم : $[H_3O^+]$ (mol/L)

3. الناقلية النوعية σ

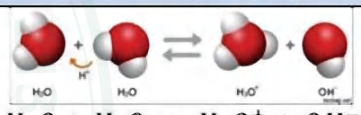


$$\sigma = [H_3O^+] \cdot \lambda_{H_3O^+} + [A^-] \cdot \lambda_{A^-}$$

$$\Rightarrow \quad [H_3O^+] = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-})}$$

تركيز شوارد الهيدرونيوم : $[H_3O^+]$ (mol/L)
الناقلية النوعية : σ (S/m)
ناقلية نوعية شاردية : $\lambda_{H_3O^+}$ ($mS.m^2/mol$)
ناقلية نوعية شاردية : λ_{A^-} ($mS.m^2/mol$)

4. الجداء الشاردي للماء



$$K_e = [H_3O^+].[OH^-]$$

$$K_e = 10^{-14}$$

ثابت توازن الماء : K_e
تركيز شوارد الهيدرونيوم : $[H_3O^+]$ (mol/L)
تركيز شوارد الهيدروكسيد : $[OH^-]$ (mol/L)

5. الصفة الغالبة



$$pH = pK_a + log\frac{[A^-]}{[AH]}$$

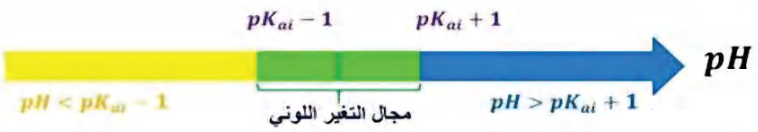
- إذا كان $pH > pKa$ فإن $[AH] < [A^-]$: الصفة الغالبة قاعدية و الفرد الغالب الاساس A^-
- إذا كان $pH < pKa$ فإن $[AH] > [A^-]$: الصفة الغالبة حمضية و الفرد الغالب الحمض AH
- إذا كان $pH = pKa$ فإن $[AH] = [A^-]$: لا توجد صفة غالبة ولا يوجد فرد غالب .

6. الكاشف الملون HIn

- الكاشف الملون : عبارة عن ثنائية (أساس/ حمض) يتغير لونه حسب الوسط الموجود فيه حمض او أساس.
- رمز الثنائية (أساس / حمض) للكاشف الملون : (HIn/In^-)
- معادلة تفكك الكاشف الملون في الماء : $HIn + H_2O = H_3O^+ + In^-$



- مجال تغير لون الكاشف الملون :



الكاشف الملون	لون الحمض	مجال التغير اللوني	لون الأساس
الهيليانتين	أحمر	3,1 – 4,4	أصفر
أزرق البروموتيمول	أصفر	6 – 7,6	أزرق
الفينول فتالين	شفاف	8,2 – 10	بنفسجي

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213

I. اهم براهين العلاقات

الوسط الحمضي	الوسط الأساسي
1.جدول تقدم التفاعل :	1.جدول تقدم التفاعل :
▪ محلول مائي لحمض HA حجمه V_a تركيزه المولي C_a .	▪ محلول مائي لأساس B حجمه V_b تركيزه المولي C_b .

المعادلة	AH	+ H_2O =	H_3O^+	+ A^-
ح . !	$C_a \cdot V_a$	بوفرة	0	0
ح . !	$C_a \cdot V_a - x$		x	x
ح . ن	$C_a \cdot V_a - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

المعادلة	B	+ H_2O =	OH^-	+ BH^+
ح . !	$C_b \cdot V_b$	بوفرة	0	0
ح . !	$C_b \cdot V_b - x$		x	x
ح . ن	$C_b \cdot V_b - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

الوسط الحمضي	الوسط الأساسي
2.الافراد الكيميائية المتواجدة في المحلول	2.الافراد الكيميائية المتواجدة في المحلول
OH^- ، AH ، A^- ، H_3O^+	H_3O^+ ، B ، BH^+ ، OH^-
3.إيجاد تراكيز الافراد الكيميائية	3.إيجاد تراكيز الافراد الكيميائية
$[H_3O^+] = 10^{-PH}$ ، $[A^-] = [H_3O^+]$	$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$ ، $[BH^+] = [OH^-]$
$[AH] = C_a - [A^-]$ مهمل $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$	$[B] = C_b - [BH^+]$ مهمل $[H_3O^+] = 10^{-PH}$
4.نسبة التقدم النهائي τ_f	4.نسبة التقدم النهائي τ_f
أ. بين أن : $\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a}$	أ. بين أن : $\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_b}$
▪ $C_a \cdot V_a - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_a \cdot V_a$ ▪ $n(H_3O^+)_f = x_f \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f \cdot V_a$ ▪ $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f \cdot V_a}{C_a \cdot V_a} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a}$	▪ $C_b \cdot V_b - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_b \cdot V_b$ ▪ $n(OH^-)_f = x_f \Rightarrow x_f = [OH^-]_f \cdot V_b$ ▪ $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[OH^-]_f \cdot V_b}{C_b \cdot V_b} \Rightarrow \tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_b}$
ب. بين أن : $\tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a}$	ب. بين أن : $\tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b}$
▪ $C_a \cdot V_a - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_a \cdot V_a$ ▪ $n(H_3O^+)_f = x_f \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f \cdot V_a$ $\Rightarrow x_f = 10^{-pH} \cdot V_a$ ▪ $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{-pH} \cdot V_a}{C_a \cdot V_a} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a}$	▪ $C_b \cdot V_b - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_b \cdot V_b$ ▪ $n(OH^-)_f = x_f \Rightarrow x_f = [OH^-]_f \cdot V_b$ $\Rightarrow x_f = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]_f} \cdot V_b \Rightarrow x_f = \frac{10^{-14}}{10^{-pH}} \cdot V_b$ ▪ $\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{pH-14} \cdot V_b}{C_b \cdot V_b} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b}$
5.ثابت التوازن K	5.ثابت التوازن K
أ. بين أن : $Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f}$	أ. بين أن : $Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f^2}{C - [OH^-]_f}$
▪ $Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$ ▪ $[A^-]_f = [H_3O^+]_f$ ▪ $[AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a - [H_3O^+]_f$ $\Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]_f^{\,2}}{C_a - [H_3O^+]_f}$	▪ $Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f}$ ▪ $[BH^+]_f = [OH^-]_f$ ▪ $[B]_f = C_b - [BH^+]_f = C_b - [OH^-]_f$ $\Rightarrow K = \frac{[OH^-]_f^{\,2}}{C_b - [OH^-]_f}$

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213

I. اهم براهين العلاقات

ب. بين أن : $K_a = \frac{10^{-2pH}}{C-10^{-pH}}$

- $Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$
- $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$
- $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = [A^-]_f = 10^{-pH}$
- $[AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a - 10^{-pH}$

$K_a = \frac{10^{-pH} \cdot 10^{-pH}}{C_a - 10^{-pH}} \Rightarrow$ **$K_a = \frac{10^{-2pH}}{C_a - 10^{-pH}}$**

ب. بين أن : $Q_{rf} = K = \frac{K_e}{K_a}$

- $Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f}$
- $K_e = [H_3O^+]_f \cdot [OH^-]_f$

$\Rightarrow K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f} \cdot \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f}$

$\Rightarrow K = \frac{K_e \cdot [BH^+]_f}{[B]_f \cdot [H_3O^+]_f} \Rightarrow$ **$K = \frac{K_e}{K_a}$**

ج. بين أن : $K_a = \frac{C_a \cdot \tau_f^2}{1-\tau_f}$

- $Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$
- $\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a} \Rightarrow [H_3O^+]_f = \tau_f \cdot C_a$
- $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = \tau_f \cdot C_a$
- $[AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a - \tau_f \cdot C_a = C_a(1-\tau_f)$

$\Rightarrow K_a = \frac{\tau_f \cdot C_a \cdot \tau_f \cdot C_a}{C_a(1-\tau_f)} \Rightarrow$ **$K_a = \frac{\tau_f^{\,2} \cdot C_a}{1-\tau_f}$**

ج. بين أن : $K = \frac{C_b \cdot \tau_f^2}{1-\tau_f}$

- $Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f}$
- $\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_b} \Rightarrow [OH^-]_f = \tau_f \cdot C_b$
- $[BH^+]_f = [OH^-]_f = \tau_f \cdot C_b$
- $[B]_f = C_b - [BH^+]_f = C_b - \tau_f \cdot C_b = C_b(1-\tau_f)$

$\Rightarrow K = \frac{\tau_f \cdot C_b \cdot \tau_f \cdot C_b}{C_b(1-\tau_f)} \Rightarrow$ **$K = \frac{\tau_f^{\,2} \cdot C_b}{1-\tau_f}$**

6. الصفة الغالبة

أ. بين أن : $pH = pK_a + log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

- $K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$
- $K_a = 10^{-pKa}$
- $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$

$\Rightarrow 10^{-pKa} = \frac{10^{-pH} \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$

$\Rightarrow log10^{-pKa} = log10^{-pH} + log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$

$\Rightarrow$ **$pH = pK_a + log\frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$**

ب. بين أن : $pH = pK_a + \log(\frac{\tau_f}{1-\tau_f})$

- $K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$
- $K_a = 10^{-pKa}$
- $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$
- $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = \tau_f \cdot C_a$
- $[AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a \cdot (1-\tau_f)$

$\Rightarrow 10^{-pKa} = \frac{10^{-pH} \cdot \tau_f \cdot C_a}{C_a \cdot (1-\tau_f)}$

$\Rightarrow log10^{-pKa} = log10^{-pH} + log\frac{\tau_f}{1-\tau_f}$

$\Rightarrow$ **$pH = pK_a + log\left(\frac{\tau_f}{1-\tau_f}\right)$**

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213

II . مراقبة تطور جملة كيميائية

1. تذكير : مكتسبات قبلية

1.الالكانات

n عدد ذرات C	الصيغة المجملة C_nH_{2n+2}	الصيغة النصف مفصلة	التسمية على وزن " الكان "
1	CH_4	CH_4	ميثان
2	C_2H_6	CH_3-CH_3	ايثان
3	C_3H_8	$CH_3-CH_2-CH_3$	بروبان
4	C_4H_{10}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	بيوتان
5	C_5H_{12}	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$	بنتان

2. الجذور الالكيلية

n عدد ذرات C	الصيغة المجملة $C_nH_{2n+1}-$	الصيغة النصف مفصلة	التسمية على وزن " الكيل "
1	CH_3-	CH_3-	ميثيل
2	C_2H_5-	CH_3-CH_2-	ايثيل
3	C_3H_7-	$CH_3-CH_2-CH_2-$	بروبيل
4	C_4H_9-	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-$	بيوتيل

3.الاحماض الكربوكسيلية

n عدد ذرات C	الصيغة المجملة $C_nH_{2n+1}-COOH$	الصيغة النصف مفصلة	التسمية على وزن "حمض الالكانويك"
0	$H-COOH$	$H-COOH$	حمض الميثانويك
1	CH_3-COOH	CH_3-COOH	حمض الايثانويك
2	C_2H_5-COOH	CH_3-CH_2-COOH	حمض البروبانويك
3	C_3H_7-COOH	$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$	حمض البيوتانويك
4	C_4H_9-COOH	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-COOH$	حمض البنتانويك

4. الكحولات

n عدد ذرات C	الصيغة المجملة $C_nH_{2n+1}-OH$	الصيغة النصف مفصلة	التسمية على وزن " الكانول "
1	CH_3OH	CH_3-OH	ميثانول (اولي)
2	C_2H_5OH	CH_3-CH_2-OH	ايثانول (اولي)
3	C_3H_7OH	$CH_3-CH_2-CH_2-OH$	بروبان-1- اول (اولي)
		$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_3$	بروبان-2- اول (ثانوي)
4	C_4H_9OH	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	بيوتان-1- اول (اولي)
		$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{\vert}{CH}}-CH_2-CH_3$	بيوتان-2- اول (ثانوي)
		$CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{\vert}{\overset{\displaystyle OH}{\overset{\vert}{C}}}}-CH_3$	2- مثيل بروبان-2-اول (ثالثي)

5.أصناف الكحولات

صنف الكحول	الصيغة العامة	الكربون الوظيفي
كحول اولي	$R-CH_2-OH$	الكربون الوظيفي مرتبط بذرتي H
كحول ثانوي	$R-\underset{\displaystyle R'}{\underset{\vert}{CH}}-OH$	الكربون الوظيفي مرتبط بذرة واحدة من H
كحول ثالثي	$R-\underset{\displaystyle R''}{\underset{\vert}{\overset{\displaystyle R'}{\overset{\vert}{C}}}}-OH$	الكربون الوظيفي لا يرتبط بأي ذرة H

ملاحظة : R ، R' ، R'' : جذور ألكيلية

6. الاستر E

- تعريف الاستر : هو مركب عضوي يمكن اصطناعه من تفاعل حمض كربوكسيلي مع كحول.

الصيغة العامة للاستر $C_nH_{2n}O_2$	الصيغة النصف مفصلة : $R-COO-R'$	التسمية: على وزن " الكانوات الالكيل "
مثال : $C_5H_{10}O_2$ حيث : $n \geq 2$ الكتلة المولية للاستر : $M = 14n + 32$	مثال : $\overset{2}{CH_3}-\overset{1}{\underset{\displaystyle O}{\underset{\Vert}{C}}}-\overset{1}{O}-\overset{2}{CH_2}-\overset{3}{CH_2}-CH_3$	• من الحمض : نحذف حمض و نستبدل ويك بـ وات • من الكحول : نستبدل انول بـ يل مثال : ايثانوات البروب - 1 - يل

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213

II . مراقبة تطور جملة كيميائية

2 . تفاعلات الأسترة

1.معادلة تفاعل الاسترة

$$R-COOH \quad + \quad R'-OH = R-COO-R' \quad + \quad H_2O$$

حمض كربوكسيلي — كحول — استر — ماء

مثال:

$$CH_3-COOH + CH_3-OH = CH_3-COO-CH_3 + H_2O$$

حمض الايثانويك — ميثانول — ميثيل الايثانوات — ماء

2. خصائص تفاعل الاسترة

نلخصها في كلمة " ملاب ": محدود ، لا حراري ، بطيء

3.جدول التقدم

المزيج متساوي المولات : $n_0(\text{كحول}) = n_0(\text{حمض كربوكسيلي})$

		$R-COOH$	+ $R'-OH$	= $R-COO-R'$	+ H_2O
ح . ابتدائية	0	n_0	n_0	0	0
ح .إنتقالية	x	n_0-x	n_0-x	x	x
ح . نهائية	x_f	n_0-x_f	n_0-x_f	x_f	x_f

4. مردود الاسترة r

$$r = \tau_f \cdot 100 = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100 \quad \Rightarrow \quad r = \frac{n_f(\text{استر})}{n_0(\text{حمض})} \cdot 100$$

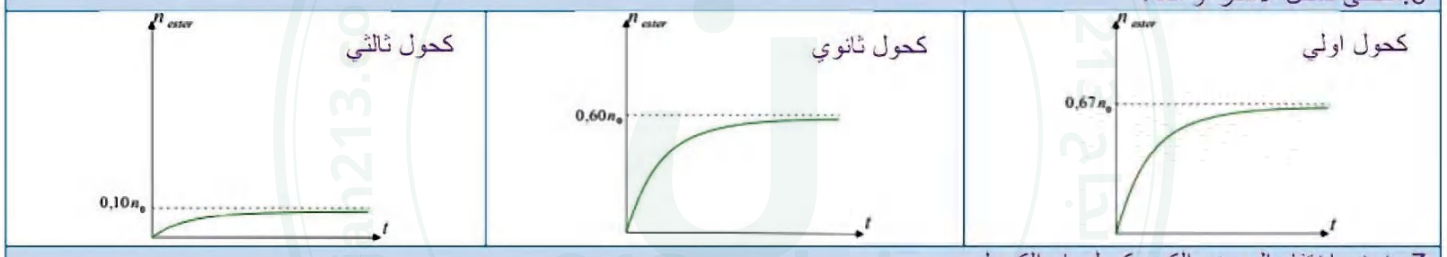
- كحول اولي : $r = 67\ \%$
- كحول ثانوي : $r = 60\ \%$
- كحول ثالثي : $r \in [5\ \% ; 10\ \%]$

5. ثابت التوازن k

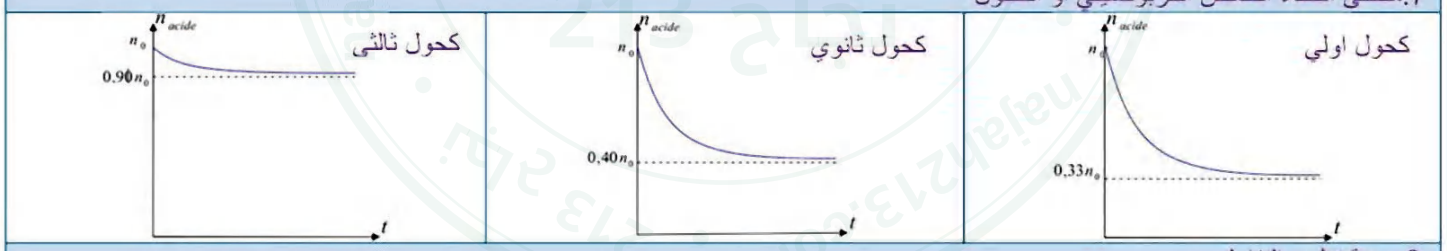
$$K = \frac{[R-COO-R']_f \cdot [H_2O]_f}{[R-COOH]_f \cdot [R'-OH]_f} \quad \Rightarrow \quad K = \frac{n_f(\text{استر}) \cdot n_f(\text{ماء})}{n_f(\text{حمض}) \cdot n_f(\text{كحول})}$$

- كحول اولي : $K = 4$
- كحول ثانوي : $K = 2.25$

6.منحنى تشكل الاستر او الماء



7.منحنى اختفاء الحمض الكربوكسيلي او الكحول



8. جهة تطور التفاعل

- اذا كان $Q_{ri} < K$ الجملة تتطور في الاتجاه المباشر (استرة)
- اذا كان $Q_{ri} > K$ الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس (اماهة)
- اذا كان $Q_{ri} = K$ الجملة في حالة توازن

9. مراقبة السرعة

سرعة التفاعل

$$v = \frac{dn_{\text{استر}}}{dt}$$

تزداد سرعة التفاعل بـ: 1. رفع درجة حرارة المزيج
2. اضافة وسيط مناسب
3. اضافة حمض الكبريت المركز

10.مراقبة المردود

مردود التفاعل

$$r = \frac{n_f(\text{استر})}{n_0(\text{حمض})} \cdot 100$$

يزداد مردود التفاعل بـ : 1. حذف احد النواتج مثلا : حذف الماء
2. تغير صنف الكحول : كحول اولي $r = 67\ \%$ ، كحول ثانوي $r = 60\ \%$ ، ...
3. استعمال مزيج غير متساوي المولات : $n_0(\text{كحول}) \neq n_0(\text{حمض كربوكسيلي})$

11.تفاعل التصبن

تفاعل التصبن :هو تفاعل استر مع محلول مائي لأساس قوي مثل هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ + OH^-)$

خصائصه : سريع ، تام ، حراري.

مثال :

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-C_2H_5 + (Na^+, HO^-) = (Na^+, CH_3-COO^-) + C_2H_5-OH$$

إيثانوات الإيثيل — هيدروكسيد الصوديوم — إيثانوات الصوديوم — إيثانول

ثانوية الشهيد يعيش بوجمعة . بشار — الفايسبوك : دروس دعم الفيزياء (بن فيلال كمال) — الاستاذ : بن فيلال كمال

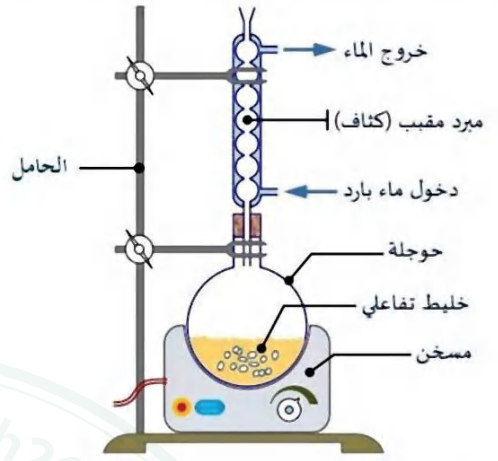
فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com

najah213.com · نجاح 213

II . مراقبة تطور جملة كيميائية

3. اهم البرتوكولات التجريبية لتفاعلات الاسترة

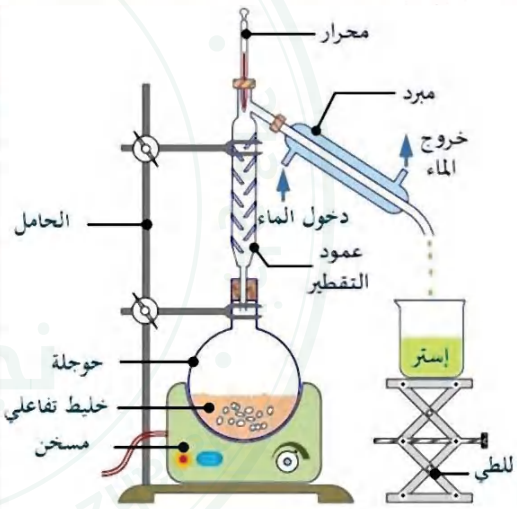
1. عملية التسخين بالارتداد



التجهيز التجريبي للتسخين بالارتداد

البرتوكول التجريبي :
1. الهدف من التجربة : تسريع التفاعل و عدم ضياع كمية مادة المتفاعلات و النواتج .
2. الادوات المستعملة :
الزجاجيات :حوجلة + سدادة ، مكثف مقبب ، ماصة عيارية ، بيشر .
المحاليل : الحمض الكربوكسيلي، الكحول ، الماء المقطر، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
الاجهزة : سخان كهربائي ، حامل .
3.خطوات العمل :1.نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز ونضيف الحجر الهش (لموازنة درجة حرارة المزيج) في حوجلة ثم نسدها بسدادة و نوصلها بالمبرد (المكثف) .
1.نضع الحوجلة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تشكل الاستر.
2.نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد والمحافظة على المتفاعلات والنواتج .
3.لجمع الاستر الناتج بعد نهاية التفاعل نترك الحوجلة تبرد ثم نضيف لها الماء البارد مالح بكلور الصوديوم .
4. نضيف كربونات الكالسيوم للتخلص من الاحماض ثم نضيف كبريتات المغنزيوم اللامائية لتجفيف الاستر ثم نقوم بعملية الترشيح فنتحصل على استر نقي .

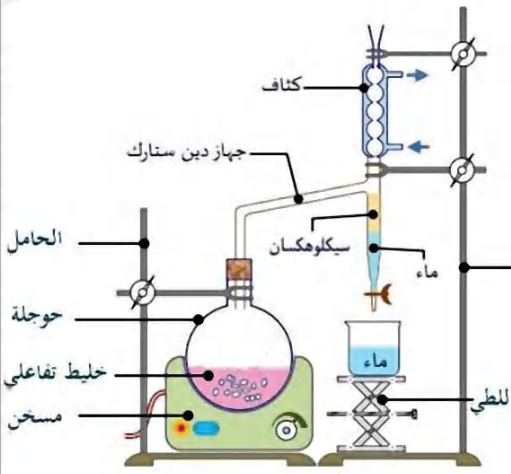
2. عملية التقطير المجزأ



التجهيز التجريبي لتقطير الاستر

البرتوكول التجريبي :
1. الهدف من التجربة : نزع الاستر أثناء تشكله و رفع مردود الاسترة .
2. الادوات المستعملة :
الزجاجيات : حوجلة + سدادة ، عمود التقطير، مكثف (مبرد) ، ماصة عيارية ، بيشر .
المحاليل : الحمض الكربوكسيلي، الكحول ، الماء المقطر، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
الاجهزة : سخان كهربائي ، حامل ، حامل قابل للطي.
3.خطوات العمل : نستعمل هذه الطريقة اذا كانت درجة غليان الاستر اقل من درجة غليان الحمض و الكحول و الماء .
1.نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز ونضيف الحجر الهش (لموازنة درجة حرارة المزيج) في حوجلة ثم نسدها بسدادة و نوصلها بعمود التقطير ثم بالمبرد (المكثف) .
2.نضع الحوجلة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تفاعل الاسترة.
3.نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد.
4.يتبخر الاستر المتشكل ثم يتكاثف في المبرد ونجمعه في بيشر به ماء بارد مالح .
5. نضيف كربونات الكالسيوم للتخلص من الاحماض ثم نضيف كبريتات المغنزيوم اللامائية لتجفيف الاستر ثم نقوم بعملية الترشيح فنتحصل على استر نقي .

3. عملية التقطير (جهاز دين ستارك)



التجهيز التجريبي لتقطير الماء

البرتوكول التجريبي :
1. الهدف من التجربة : نزع الماء أثناء تشكله و رفع مردود الاسترة .
2. الادوات المستعملة :
الزجاجيات : حوجلة + سدادة، مكثف مقبب ، جهاز دين ستارك، ماصة عيارية، بيشر .
المحاليل : الحمض الكربوكسيلي، الكحول ،السيكلوهكسان ، الماء المقطر، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
الاجهزة : سخان كهربائي ، حامل ، حامل قابل للطي .
3.خطوات العمل :
1.نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز ونضيف الحجر الهش ثم نضيف السيكلوهكسان في حوجلة ثم نسدها بسدادة و نوصلها بجهاز دين ستارك ثم بالمبرد (المكثف) .
2.نضع الحوجلة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تفاعل الاسترة.
3.نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد.
4.يتبخر الماء المتحد مع السيكلوهكسان لان درجة غليانه اقل ثم يتكاثف و ينزلان في جهاز دين ستارك بحيث يكون الماء في الاسفل .
5. نفتح صنبور جهاز دين ستارك فينزل الماء في البيشر.

فروض واختبارات مع الحلول لكل المستويات — مجاناً
najah213.com