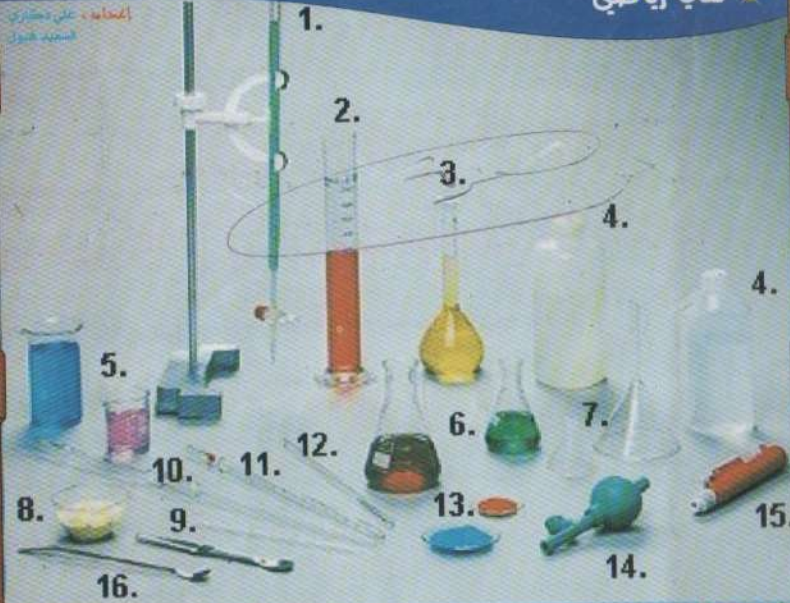


# مفكرة الكيمياء BAC

علوم تجريبية  
رياضيات  
تقني رياضي

إعداد: علي عيسى  
مراجعة: هادي



- 1- سحاحة: تستعمل لقياس حجم سائل معيار أثناء المعايرة
- 2- أنبوب مبرج: للقياس التقريبي لحجم سائل 3- حوض عيارية: لتحضير حجم محدد
- 4- مصفأة الماء: تستعمل لإذابة جسم صلب تخفيف محلول
- 5- بيشير: يوضع فيه سائل للمعايرة أو لأخذ عينة 6- أنبوب مبرج: يوضع فيه سائل للمعايرة أو لأخذ عينة
- 7- قمع: لإدخال سائل أو صلب في حوض أو دورق 8- حوض: لتخفيف راسب أو احتراق مادة صلبة
- 9- مخلاط زجاجي: لزوج خليط في بيشير أو أنبوب زجاجي
- 10- ماصة عيارية: لأخذ حجم ثابتة
- 11- ماصة مبرجة: لأخذ حجم دقيقة لا يمكن أخذها بالماصة العيارية
- 12- ماصة بسيطة أو ماصة باستشر: لإكمال الحجم حتى خط العيار
- 13- زجاج مائعة: لوزن جسم صلب 14- إحصاءة: لخص سائل بأمان
- 15- مضخة: لخص سائل بأمان 16- حافظة: لأخذ أجسام صلبة

1.0	1	H	1.0	2	He	4.0
6.9	3	Li	9.0	4	Be	9.0
23.0	11	Na	24.3	12	Mg	24.3
39.1	19	K	40.1	20	Ca	40.1
85.5	37	Rb	87.6	38	Sr	87.6
132.9	55	Cs	132.9	56	Ba	132.9
223	87	Fr	223	88	Ra	223
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88	20	Ca	88
138	55	Cs	139	56	Ba	139
175	87	Fr	176	88	Ra	176
223	87	Fr	224	88	Ra	224
87	19	K	88			



## حساب كمية المادة

$m: \text{kg}, V: \text{m}^3$ $\rho: \text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$	الكتلة الحجمية	$\rho = \frac{m}{V}$	$m: \text{g}, M: \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}, n: \text{mol}$ $V: \text{L}, V_m: \text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ $V_m = 22.4 \text{ L} \text{ à } 0^\circ \text{C}, 1 \text{ atm}$	كمية المادة	$n = \frac{m}{M}$ $n = \frac{V}{V_m}$ $n = \frac{N}{N_A}$
$n: \text{mol}, V: \text{L}$ $C: \text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$	التركيز المولي	$c = \frac{n}{V}$	$N$ $N_A = 6.023 \times 10^{23}$	عدد البقايا	
$m: \text{g}, V: \text{L}$ $C': \text{g} \cdot \text{L}^{-1}$	التركيز الكتلي	$\frac{m}{V}$			
هو النسبة بين الكتلة التجريبية الناتجة $m_{exp}$ على لكتلة النظرية $m_{th}$ المتوقعة			الردود	$\eta = \frac{m_{exp}}{m_{th}}$	
$V: \text{m}^3, p: \text{Pa}, n: \text{mol} T: \text{Kelvin K}$	القانون العام للغازات	$R = 8.314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$	$pV = nRT$		
$G: \text{Siemens (S)}, U: \text{Volt (V)}$ $I: \text{(A)} \sigma: \text{Sm}^{-1}, S: \text{m}^2, l: \text{m}$	الناقلية $G$ الناقلية النوعية $\sigma$	$G = \frac{I}{U} = \sigma \frac{S}{l}$	ثابت الخلية	$K_{cell} = S/l$	
$K_{cell}: \text{m}_s \rightarrow G = K_{cell} \sigma$	الناقلية المولية الشاردية $\lambda$	$\lambda: \text{Sm}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{m}^3$		$\sigma = \lambda_{cat} [M^+] + \lambda_{an} [X^-]$	

## كتابة معادلة تفاعل أكسدة - إرجاع

- نعين من المعطيات نوع التفاعل المؤكسد  $ox_1/red_1$  ومنه الثنائية  $ox_1/red_1$ .
- نكتب المعادلة النصفية للإرجاع  $red_1 + n_1 e^- = ox_1$ .
- نعين النوع التفاعل المرجع  $red_2/ox_2$  ومنه الثنائية  $red_2/ox_2$ .
- نكتب المعادلة النصفية للأكسدة  $ox_2 = red_2 + n_2 e^-$ .
- نكتب المعادلة الكلية  $n_1 ox_1 + n_2 red_2 = n_1 red_1 + n_2 ox_2$ .

## كتابة المعادلة النصفية للثنائية أكسدة - إرجاع يجب أن نأخذ على

- العنصر الكيميائي ماعدا الهيدروجين والأكسجين
- الأكسجين يتم بواسطة جزيئات الماء - الوسط محلول مائي.
- عنصر الهيدروجين يتم بواسطة  $H^+$  - الوسط حمضي.
- الشحنات يتم بواسطة الإلكترونات

## الثنائية $MnO_4^- / Mn^{2+}$

1- $MnO_4^- = Mn^{2+}$	2- $CO_2 = C_2H_2O_4$
2- $MnO_4^- = Mn^{2+} + 4H_2O$	2- $CO_2 = C_2H_2O_4$
3- $MnO_4^- + 8H^+ = Mn^{2+} + 4H_2O$	2- $CO_2 + 2H^+ = C_2H_2O_4$
4- $MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- = Mn^{2+} + 4H_2O$	2- $CO_2 + 2H^+ + 2e^- = C_2H_2O_4$

## جدول تقدم تطور الجملة الكيميائية

المعادلة	$aA + bB = cC + dD$	تحدد قيمة	تقدم الأعظمي
ح ابتدائية	$x=0$	$n_i(A)$	$n_i(B)$
ح نهائية	$x_{max}$	$n_i(A) - ax_{max}$	$n_i(B) - bx_{max}$

$$x = \frac{n_A^0 - n_A}{a} = \frac{n_B^0 - n_B}{b} = \frac{n_C}{c} = \frac{n_D}{d}$$

تحديد كميات مادة الحالة النهائية

$$n_i(B) - bx_{max} = 0 \quad n_i(A) - ax_{max} = 0$$

## طرق المتابعة الزمنية لتحول كيميائي

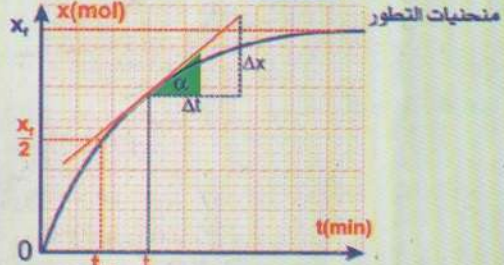
- عن طريق قياس الناقلية
- عن طريق المعايرة

المعايرة: هي تحديد كمية مادة أوتر كيز نوع كيميائي في محلول التكافؤ: نحصل على نقطة التكافؤ عندما يصبح الزيج التفاعل ستويوكيومتريا



$$\frac{n_A}{a} = \frac{n_B}{b}$$

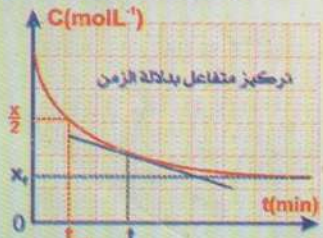
معادلة تفاعل المعايرة عند التكافؤ فإن:



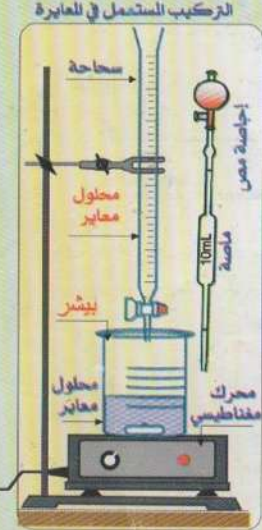
زمن نصف التفاعل  $t_{1/2}$  هو الزمن اللازم لكي يمر تقدم الجملة من الحالة الابتدائية  $x=0$  إلى الحالة  $x = \frac{1}{2} x_0$ .

$$v = \frac{1}{V} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

## العوامل الحركية



درجة الحرارة: الجملة تتطور أسرع كلما ارتفعت درجة الحرارة التركيب الابتدائي: الجملة تتطور بسرعة كلما زاد التركيب الابتدائي التفسير الجزيئي: الجملة تتطور بسرعة كلما زاد التصادم بين الجزيئات الوسيط: يسرع التفاعل ولا يدخل فيه ففي البيولوجيا تعتبر الإنزيمات وسائط هامة وفي الصناعة الغالبية تستعمل الإنزيمات في تحضير الخبز وبعض الحلويات وفي الطب تساعد الإنزيمات على التشخيص والتداوي وفي الصناعة تستعمل وسائط خاصة مناسبة - مثل النيكل والرجع والبلاديوم والحاس





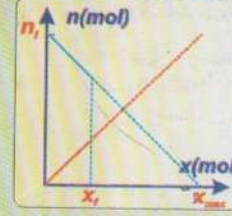
**تطور جملة كيميائية خلال تحول كيميائي نحو حالة التوازن**

**pH محلول مائي** : مقدار يعرف بالعلاقة  $\text{pH} = -\log[H_3O^+]$   $[H_3O^+] = 10^{-\text{pH}} \text{ mol/L}$

الحمض القوي : يكون تشرده في الماء كلياً  
الأساس القوي : يكون تشرده في الماء كلياً  
الحمض الضعيف : يكون تشرده في الماء جزئياً  
الأساس الضعيف : يكون تشرده في الماء جزئياً

**تطور جملة كيميائية نحو حالة التوازن**

التقدم النهائي  $x_f$  هي القيمة الحدية التي ينتهي إليها التقدم  $x$  بعد زمن طويل  
التقدم الأعظمي  $x_{\text{max}}$



نسبة التقدم  $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$   
 $\tau = 1$  ( $\tau = 100\%$ ) : التحول تام  
 $\tau < 1$  ( $\tau < 100\%$ ) : التحول غير تام  
 $\tau = 0$  : لا يوجد تفاعل

كسر التفاعل  $Q$  : يعرف كسر التفاعل الذي معادلته  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  في اللحظة  $t$  بالعلاقة  $Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$

ثابت التوازن  $K$  : عندما تصل الجملة إلى حالة التوازن فإن كسر التفاعل يصل إلى القيمة  $Q_{\text{eq}}$  هذه القيمة لا تتعلق

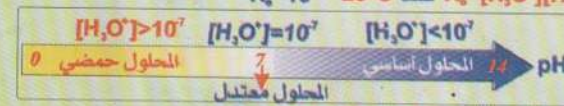
بالتركيب الابتدائي بينما تتعلق بدرجة الحرارة وتسمى ثابت التوازن  $Q_{\text{eq}} = K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$  فإن  $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$  من أجل التفاعل

ملاحظة إذا كان أحد المتفاعلات أو النواتج مذيب أو في حالة صلبة فإنه لا يدخل في علاقتي ثابت التوازن وكسر التفاعل

حيث  $x_{\text{max}} = \frac{n_1}{a}$   
 $[A]_{\text{eq}} = \frac{n_1 - x_{\text{eq}} \cdot a}{V}$   $[C]_{\text{eq}} = \frac{x_{\text{eq}} \cdot c}{V}$   
 $[B]_{\text{eq}} = \frac{n_1 - x_{\text{eq}} \cdot b}{V}$   $[D]_{\text{eq}} = \frac{x_{\text{eq}} \cdot d}{V}$

**التحول حمض - أساس**

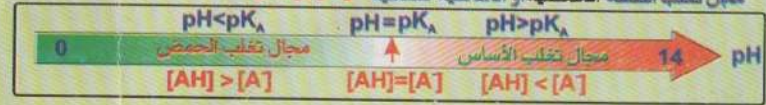
تفاعل التشرذم الذاتي للماء يتشرد الماء وفق المعادلة  $2H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HO^-$  عند  $25^\circ\text{C}$  فإن  $[H_3O^+] = [HO^-] = 10^{-7} \text{ mol/L}$   
 الثنائيات حمض - أساس للماء  $H_2O/HO^-$ ,  $H_3O^+/H_2O$  الجداء الشاردي للماء  $K_a = [H_3O^+][HO^-]$  عند  $25^\circ\text{C}$   $K_a = 10^{-14}$   
 نعلم أن pH عند  $25^\circ\text{C}$



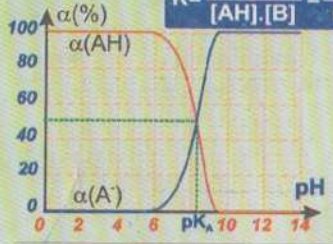
ثابت الحموضة  $K_a$  : لكن التفاعل  $AH_{\text{aq}} + H_2O_{\text{liq}} \rightleftharpoons A^-_{\text{aq}} + H_3O^+_{\text{aq}}$

نعرف  $\text{p}K_a = -\log K_a \leftrightarrow \text{p}K_a = 10^{-K_a}$   
 $\text{pH} = \text{p}K_a + \log \frac{[A^-]_{\text{aq}}}{[AH]_{\text{aq}}}$   
 العلاقة بين pH و  $\text{p}K_a$

مجال تغلب الصفة الحمضية أو الأساسية للثنائية  $[AH]/[A^-]$



ثابت تفاعل حمض - أساس  $K = \frac{[A^-]_{\text{aq}} [H_3O^+]_{\text{aq}}}{[AH]_{\text{aq}} [H_2O]_{\text{liq}}} = \frac{K_{A1}}{K_{A2}} = 10^{\text{p}K_{A2} - \text{p}K_{A1}}$

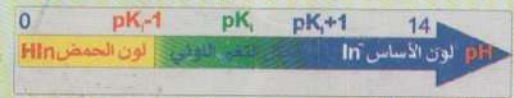


للتفاعل  $AH_{\text{aq}} + B_{\text{aq}} \rightleftharpoons A^-_{\text{aq}} + BH_{\text{aq}}$   
 مخطط توزيع نوعي الثنائية  $[AH]/[A^-]$   
 عند تقاطع المنحنيين  $\text{pH} = \text{p}K_a$

نسبة الحمض  $\alpha(AH) = \frac{[AH]_{\text{eq}}}{C} \cdot 100$   
 نسبة الأساس  $\alpha(A^-) = \frac{[A^-]_{\text{eq}}}{C} \cdot 100$

**الكواشف الملونة**

يتكون الكاشف الملون من ثنائية حمض - أساس  $HIn/In^-$  لصفته الأساسية  $In^-$  لونين مختلفين



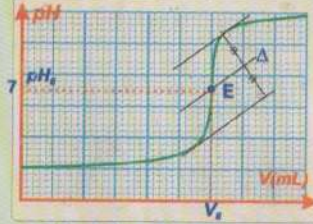
**العايرة الـ pH - مترية**

معادلة تفاعل حمض - أساس تتم بين الشوارد الفعالة  $H_3O^+ + HO^- = 2H_2O$   
 حمض قوي أساس قوي  $H_3O^+ + NH_3 = NH_4^+ + HO^-$   
 حمض ضعيف أساس قوي  $HCO_3^- + HO^- = HCO_3^- + H_2O$

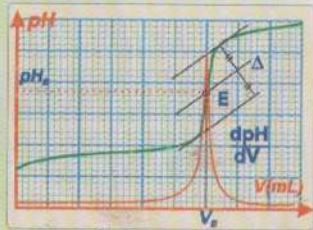
تحديد نقطة التكافؤ بيانياً  $E(V_e, \text{pH}_e)$   
 طريقة المماسات  
 طريقة بيان  $\frac{dpH}{dV}$  بدلالة  $V$

عند التكافؤ  $C_0 V_0 = C_1 V_e$

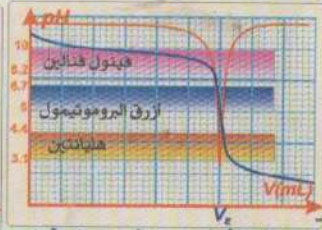
يمثل حجم التكافؤ  $V_e$  النهاية العظمى لهذا البيان



معايرة حمض قوي بأساس قوي



معايرة حمض ضعيف بأساس قوي



معايرة أساس ضعيف بحمض قوي

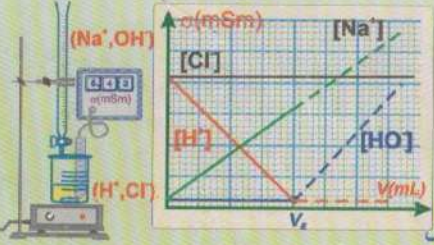
**العايرة اللونية**

في غياب الـ pH. متر نستعمل الكواشف الملونة عند نقطة التكافؤ يتغير لون الكاشف الملون

الكاشف المناسب هو الكاشف الذي تقع نقطة التكافؤ ضمن مجال تغيره اللوني

المعايرة عن طريق قياس الناقلية  $G$

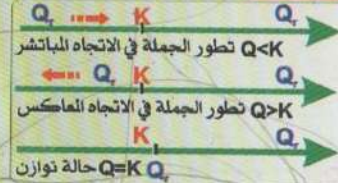
أو الناقلية النوعية  $\sigma$   
 حجم التكافؤ يوافق نقطة تقاطع المستقيمين



معايرة حمض قوي بأساس قوي



## تحديد اتجاه التطور التلقائي للتفاعل



## الأعمدة

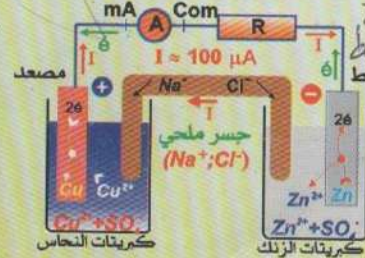
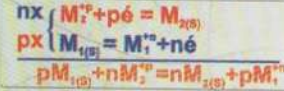
**التحول التلقائي:** هو تحول يحدث تلقائياً ويكون بتحويل إلكتروني مباشر أو غير مباشر العمود. يتكون من نصفي عمود موصولين بجسر ملحي الذي يسمح بمرور التيار بانتقال الشوارد بين نصفي العمود

نصف العمود: يتكون من صفيحة معدنية  $M_1$  مغمورة في محلول يحتوي الكاتيونات  $M_1^{n+}$  للأكسدة ومراقفه  $M_1$  يشكلان النصفية  $M_1^{n+}/M_1$

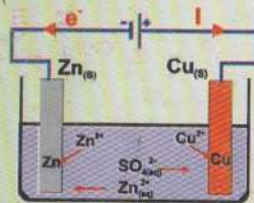
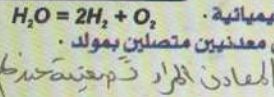
الجسر الملحي: يضمن النقل الكهربائي بين نصفي العمود وتوازن الشحنات بين نصفي العمود

المهبط (-): يتم عنده إرجاع الشوارد للوجبة - المصعد (+) يتم عنده أكسدة العن

تننتقل الإلكترونات من المهبط إلى المصعد خارج العمود بعكس جة التيار الانتقال التلقائي للإلكترونات بين الأفراد الكيميائية للتناثيين  $M_2^{n+}/M_2$  و  $M_1^{n+}/M_1$



## التحليل الكهربائي والتحول القسري



$$n_e = Q/F = I \cdot \Delta t / F$$

أمثلة على التحولات القسرية

إنتاج للعادن والغازات - تنقية للعادن - صناعة ماء الجاهيل - التغطية الغلفانية لبعض المعادن

المدخرة: جهاز يشغل كمولد أثناء تفرغها - تحول تلقائي - ويشغل كآخذة أثناء شحنه - تحول قسري

التحول القسري في البيولوجيا: يسمح التركيب الضوئي بإنتاج الغلوسيدات وثنائي الأكسجين انطلاقاً من ثنائي أكسيد الكربون والماء والتحول الحادث هو تحول قسري والطاقة اللازمة للتحول مصدرها الشمس. وإذا احتاج الجسم إلى طاقة فإن الغلوسيدات وثنائي الأكسجين تتحول إلى ثنائي أكسيد الكربون والماء عن طريق التنفس - الخلية الحية:

تخزن الطاقة في الخلية على شكل طاقة كيميائية بواسطة **ATP** بحيث تستهلكه الخلية ثم تسترجعه بعد ذلك من أجل استمرار حياتها

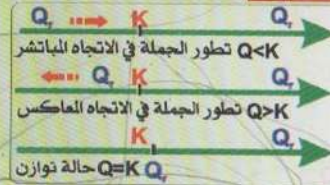
مرحلة الاستهلاك  $ATP \rightarrow ADP + P_i$  تحول تلقائي

مرحلة الاسترجاع  $ADP + P_i \rightarrow ATP$  تحول قسري

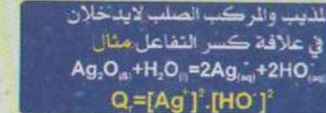




## تحديد اتجاه التطور التلقائي للتفاعل

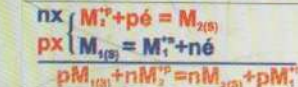


توقع تطور جملة كيميائية يتم بمقارنة كسر التفاعل  $Q$  بثابت التوازن  $K$  للتفاعل الحاصل



## الأعمدة

التحول التلقائي: هو تحول يحدث تلقائيا ويكون بتحويل الكتروني مباشر أو غير مباشر العمود. يتكون من نصفي عمود موصولين بجسر ملحي الذي يسمح بمرور التيار بانتقال الشوارد بين نصفي العمود نصف العمود: يتكون من صفيحة معدنية  $M_1$  مغمورة في محلول يحتوي الكاتيونات  $M_1^{n+}$  نصف العمود: ومرافقه  $M_2$  يشكلان النصفية  $M_2^{m+}/M_2$  الجسر الملحي: يضمن النقل الكهربائي بين نصفي العمود وتوازن الشحنات بين نصفي العمود السريان: للهبط (-) يتم عنده إرجاع الشوارد الموجبة. المصعد (+) يتم عنده أكسدة للعلن. تنتقل الإلكترونات من الهبط إلى المصعد خارج العمود بعكس جهة التيار الانتقالي التلقائي للإلكترونات بين الأجزاء الكيميائية للثنائيتين  $M_1^{n+}/M_1$  و  $M_2^{m+}/M_2$



القوة المحركة الكهربائية للعمود

تقاس بواسطة الفولت متر والذي يسمح بتحديد أقطاب العمود

العمود خارج التوازن فهو ينتج تيار كهربائي  $I \neq 0 \leftarrow Q_c \neq K$

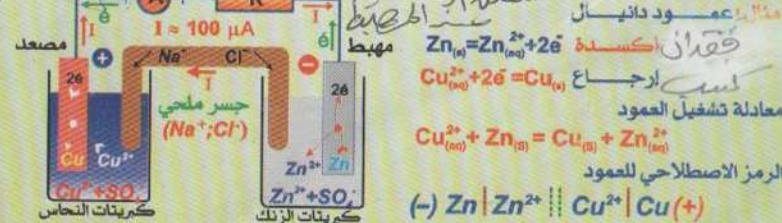
العمود في حالة توازن هو عمود مستهلك لا ينتج تيار كهربائي  $I_{eq} = 0 \leftarrow Q_c = K$

تحديد كمية الكهرباء

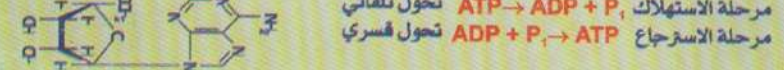
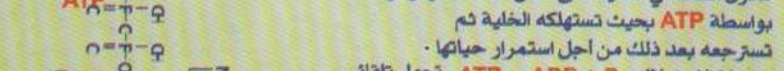
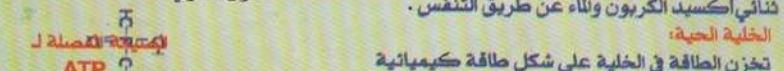
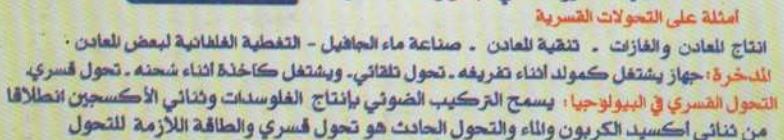
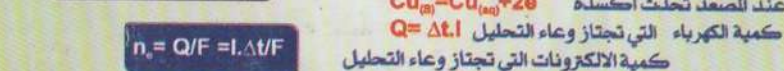
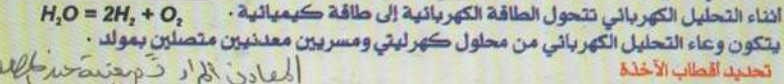
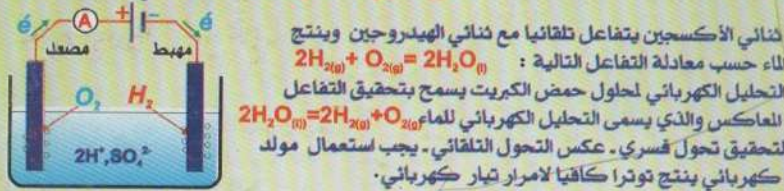
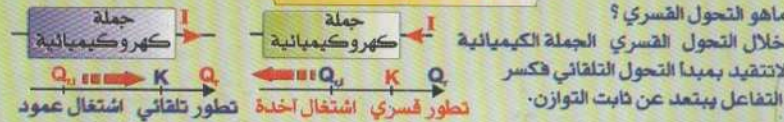
الفرادي  $F$  هو القيمة المطلقة لشحنة مول من الإلكترونات

كمية الكهرباء التي ينتجها عمود  $Q = n(e) \cdot F = z \cdot x \cdot F$

سعة العمود: هي كمية الكهرباء العظمى التي يمكن أن ينتجها العمود  $Q_{max} = z \cdot x_{max} \cdot F$



## التحليل الكهربائي والتحول القسري







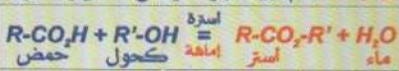
## الأسطرة والإماهة

الكحولات صيغتها العامة  $R-OH$  أو  $C_nH_{2n+1}OH$

اصناف الكحولات

كحولات أولية	كحولات ثانوية	كحولات ثالثة
$R-CH_2-OH$ $CH_3-CH_2-OH$ إيثانول	$R-CHOH-R'$ $CH_3-CHOH-CH_3$ بروبان-2-أول	$R-COH-R'$ $R''-CH_2-COH-CH_3$ 2-ميثيل بروبان-2-أول

تفاعل الأسطرة يتم بين حمض وكحول وينتج أستر وماء  
تفاعل الإماهة يتم بين أستر وماء وينتج حمض وكحول

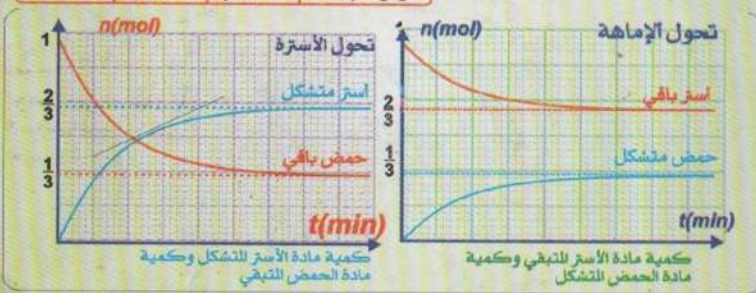


سرعة التفاعل  $v = \frac{dn}{dt} = \frac{dx}{dt}$   $\eta = \frac{n_e}{n_{max}}$   $\eta = \frac{n_e}{n_{max}}$   $\eta = \frac{n_e}{n_{max}}$

تزداد سرعة التفاعل بارتفاع درجة الحرارة ووجود وسيط

يتعلق مردود الأسطرة - إماهة بصنف الكحول

صنف الكحول	مردود الأسطرة	مردود الإماهة
أولي	$\eta=67\%$	$\eta=33\%$
ثانوي	$\eta=60\%$	$\eta=40\%$
ثالثي	$\eta=5\%$	$\eta=95\%$



لإزاحة توازن أسطرة - إماهة في جهة الأسطرة ومنه تحسين مردود الأسطرة يتطلب:

زيادة أحد المتفاعلات حمض أو كحول

نزع أحد النواتج أستر أو ماء

حالة توازن تفاعل أسطرة - إماهة

حالة تفاعل الأسطرة

ثابت التوازن وكسر التفاعل

حالة تفاعل الإماهة

ثابت التوازن وكسر التفاعل

$Q < K$  الجملة تتطور في اتجاه الأسطرة

$Q > K$  الجملة تتطور في اتجاه إماهة الأستر

$Q = K$  الجملة في حالة توازن

## تفاعلات الأسترة

الأكانات صيغتها العامة	الاسم العام و الصيغة العامة
ميثان $CH_4$	$R-OH$
إيثان $CH_3-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بروبان $CH_3-CH_2-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بوتان $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بنزين $C_6H_6$	$R-C(=O)-R'$
بنزين $C_6H_6$	$R-C(=O)-R'$

الاسم العام و الصيغة العامة	الاسم العام و الصيغة العامة
ميثان $CH_4$	$R-OH$
إيثان $CH_3-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بروبان $CH_3-CH_2-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بوتان $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بنزين $C_6H_6$	$R-C(=O)-R'$
بنزين $C_6H_6$	$R-C(=O)-R'$

الاسم العام و الصيغة العامة	الاسم العام و الصيغة العامة
ميثان $CH_4$	$R-OH$
إيثان $CH_3-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بروبان $CH_3-CH_2-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بوتان $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بنزين $C_6H_6$	$R-C(=O)-R'$
بنزين $C_6H_6$	$R-C(=O)-R'$

الاسم العام و الصيغة العامة	الاسم العام و الصيغة العامة
ميثان $CH_4$	$R-OH$
إيثان $CH_3-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بروبان $CH_3-CH_2-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بوتان $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$	$R-C(=O)-R'$
بنزين $C_6H_6$	$R-C(=O)-R'$
بنزين $C_6H_6$	$R-C(=O)-R'$

بنزين  $C_6H_6$

## الوظائف الكيميائية

الركب	الاسم العام و الصيغة العامة	الاسم العام و الصيغة العامة	الاسم العام و الصيغة العامة
الكحول	$R-OH$	alcan-ol	$R-OH$
الدهيد	$R-C(=O)-H$	alcanal	$R-C(=O)-H$
كيتون	$R-C(=O)-R'$	alcan-ol-one	$R-C(=O)-R'$
كربوكسيل	$R-C(=O)-OH$	acide	$R-C(=O)-OH$
إستر	$R-C(=O)-O-R'$	alcanoate	$R-C(=O)-O-R'$
بلا ماء الحمض	$R-C(=O)-O-C(=O)-R'$	anhydride	$R-C(=O)-O-C(=O)-R'$
كلور الأسيل	$R-C(=O)-Cl$	chloroalcanoyl	$R-C(=O)-Cl$

مثال التسمية والصيغة الجزيئية

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	4-methylpentan-2-ol	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$	4-methylpentan-2-ol
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-H$	2-methylpropanal	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-H$	2-methylpropanal
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-R'$	Butan-2-one	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-R'$	Butan-2-one
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-OH$	Acide Propanoique	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-OH$	Acide Propanoique
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-O-C_2H_5$	Propanoate ethyl	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-O-C_2H_5$	Propanoate ethyl
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-O-C(=O)-R'$	Anhydride Propanoique	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-O-C(=O)-R'$	Anhydride Propanoique
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-Cl$	Chloroethanoyl	$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-C(=O)-Cl$	Chloroethanoyl



## اسماء وصيغ بعض الشوارد

الصيغة	الاسم	الصيغة	الاسم	الصيغة	الاسم
CH <sub>3</sub> CO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	شاردة خلاط	Br <sup>-</sup>	شاردة بروم	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	شاردة أمونيوم
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	شاردة بيكربونات	I <sup>-</sup>	شاردة اليود	H <sub>3</sub> O <sup>+</sup>	شاردة أكسونيوم
MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	شاردة برمنغنات	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	شاردة كبريتات	HO <sup>-</sup>	شاردة هيدروكسيد
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	شاردة فوسفات	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	شاردة نترات	Cl <sup>-</sup>	شاردة كلور
Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	شاردة داي كرومات	S <sup>2-</sup>	شاردة كبريت	CIO <sup>-</sup>	شاردة تحت الكلوريت
HCO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	شاردة فملات	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	شاردة كربونات	CN <sup>-</sup>	شاردة سيانور

## معاملات التضاعف

معامل التضاعف	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10 <sup>1</sup>	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>12</sup>
السابقة	pico	nano	micro	milli	centi	déci	déca	hecto	kilo	méga	giga	téra	
الرمز	p	n	μ	m	c	d	da	h	k	M	G	T	

## الحروف اليونانية نستخدم كرموز ونهايت فيزيائية وكيميائية

الحرف	الاسم	الحرف	الاسم	الحرف	الاسم	الحرف	الاسم	الحرف	الاسم
alpha	α A	zéta	ζ Z	lambda	λ Λ	pi	π Π	phi	φ Φ
béta	β B	éta	η H	mu	μ M	rho	ρ P	khi	χ X
gamma	γ Γ	théta	θ Θ	nu	ν N	sigma	σ Σ	psi	ψ Ψ
delta	δ Δ	iota	ι I	ksi	ξ Ξ	tau	τ T	oméga	ω Ω
epsilon	ε E	kappa	κ K	omicron	ο O	upsilon	υ Y		

## وحدات الحجم والكتلة والكتلة الحجمية

الحجم	الكتلة	الكتلة الحجمية
1L = 1dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>	1tonne = 10 <sup>3</sup> kg	1kg.m <sup>3</sup> = 1g.L <sup>-1</sup>
1cm <sup>3</sup> = 1mL = 10 <sup>-3</sup> L = 10 <sup>-6</sup> m <sup>3</sup>	1kg = 10 <sup>3</sup> g	1kg.dm <sup>3</sup> = 1g.cm <sup>-3</sup>
1m <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> dm <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> L		1kg.dm <sup>3</sup> = 10 <sup>3</sup> kgm <sup>-3</sup>

## الكاشف المطلوب

لون الأساس	لون التغير اللوني	لون الحمض	الكاشف
أصفر	3.1 - 4.4	أحمر	الهيلاندين
أزرق بنفسجي	3.0 - 4.6	أصفر	أزرق البروموفينول
أصفر	4.2 - 6.2	أحمر	أحمر الميثيل
أزرق	6.0 - 7.6	أصفر	أزرق البروموثيمول
أحمر	7.2 - 8.8	أصفر	أحمر القريزول
وردي	8.2 - 10.0	عديم اللون	الفينول فثالين

## مراقبة تطور حملة

تفاعل كلور الأسيل مع كحول يكون تاما وسريعا وتاثير للحرارة

$$R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-Cl + R'-OH = R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-R' + H-Cl$$

كلور الأسيل      كحول      استر      كلور الهيدروجين

تقدمه النهائي اعظمي  $\tau = 1 - x_r = x_{max}$

تطبيق: تفاعل كلور الإيثانويل مع الإيثانول

$$CH_3-C(=O)-Cl + C_2H_5-OH = CH_3-C(=O)-O-C_2H_5 + H-Cl$$

حمض      إيثانول      إيثانوات الإثيل      كلور الإيثانويل

التصين: هو تفاعل شارد HO مع استر وينتج كحول وشاردة كاربوكسيلات R-CO<sub>2</sub><sup>-</sup>

$$R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O-R' + HO^- = R-\overset{\overset{O}{\parallel}}{C}-O^- + R'-OH$$

كحول      ش كاربوكسيلات      أساس      استر

تفاعل تام  $\tau = 1 - x_r = x_{max}$

طبيعة الصابون: الصابون هو خليط من كاربوكسيلات الصوديوم أو البوتاسيوم صيغته العامة R-CO<sub>2</sub>M<sup>-</sup> (حيث M<sup>+</sup> توافق Na<sup>+</sup> أو K<sup>+</sup>) له سلسلة كربونية غير متفرعة ويحتوي على أكثر من 10 ذرات كربون

شوارد الكاربوكسيلات هي أسس مرافقة لأحماض دسمة (مثل حمض اللوريك (CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>10</sub>CO<sub>2</sub>H

اصطناع الصابون: نحصل على الصابون بتصين الأسترات الدسمة وتسمى ثلاثي غليسريد

$$R-CO_2-CH_2 + 3(Na^+ + HO^-) = CH_2-OH + 3(R-COO^- + Na^+)$$

صابون      غليسريد      صود      ثلاثي غليسريد

## تقنيات تجريبية

① محرار      ② حجر مسامي      ③ مكثف      ④ قمع فصل

⑤ مكثف      ⑥ دورق كروي      ⑦ سائل الأقل كثافة      ⑧ سائل الأكثر كثافة

⑨ عمود تبريد      ⑩ السائل المقطر      ⑪ مسخن      ⑫ بيشر

⑬ ورقة ترشيح      ⑭ قمع      ⑮ ارلنماير