



# كيمياء الصف الثاني عشر (النصل الثاني) 2024

## ما أهمية الأملاح في حياتنا :

- ١ تؤدي الأملاح المعدنية دوراً أساسياً في العمليات الحيوية المهمة التي تحدث في جسم الإنسان .
- ٢ تساعد الأملاح في إتمام التفاعلات الكيميائية المختلفة ، كالمحافظة على ضربات القلب وتنظيم الدم .
- ٣ تدخل الأملاح في تكوين الأنسجة الحية كلها .
- ٤ لها أهمية كبيرة في نمو أنواع من خلايا جسم الإنسان ، فهي تدخل في بناء العظام و تساعد في انقباض العضلات وانقباضه
- ٥ تعتبر الأملاح مواد غذائية دقيقة لأنها أساسية لجسم الإنسان على الرغم من حاجته إلى كميات قليلة منها .
- ٦ يشكل كلوريد الصوديوم NaCl أهم هذه الأملاح وهو من ضروريات الحياة و استخدمه الإنسان في المطبخ لتحضير الأطعمة وحفظها وبعض الصناعات و في الطب أيضاً ويحافظ الملح على التوازن المائي في الجسم .

**مفهوم الملح :** مركبات أيونية تتكون من تفاعل الحمض مع القاعدة و تنتج عن اتحاد كاتيون القاعدة مع أنيون الحمض [ حيث يكون كاتيون القاعدة إما كاتيون فلز أو كاتيون الأمونيوم ]

## تقسم الأملاح إلى ثلاثة أنواع تبعاً لتأثير محاليلها المائية

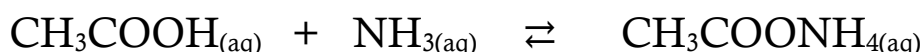
### الأملاح المتعادلة      الأملاح القاعدية      الأملاح الحمضية

هي أملاح تتكون نتيجة التفاعل بين حمض قوي وقاعدة قوية	هي أملاح تتكون نتيجة التفاعل بين حمض ضعيف وقاعدة قوية	هي أملاح تتكون نتيجة التفاعل بين حمض قوي وقاعدة ضعيفة
مثال : كلوريد الصوديوم $\text{NaCl}$	مثال : أسيتات الصوديوم $\text{CH}_3\text{COONa}$	مثال : كلوريد الأمونيوم $\text{NH}_4\text{Cl}$
$\text{HCl}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{NaCl}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} + \text{NaOH}_{(aq)} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}_{(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$	$\text{HCl}_{(aq)} + \text{NH}_3_{(aq)} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl}_{(aq)}$

**ملاحظة :** يمكن للأملاح أن تتكون نتيجة التفاعل بين حمض ضعيف وقاعدة ضعيفة

وتصنف كأملاح متعادلة أو قاعدية أو حمضية تبعاً لثابت تأين الحمض  $K_a$  وثابت تأين القاعدة  $K_b$

**مثال :** أسيتات الأمونيوم  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  كما هو موضح بالمعادلة التالية :



القواعد الضعيفة	القواعد القوية	الاحماض الضعيفة	الاحماض القوية
هيدروكسيد الامونيوم $\text{NH}_4\text{OH}$	هيدروكسيد الصوديوم $\text{NaOH}$	حمض الاسيتيك $\text{CH}_3\text{COOH}$	حمض الهيدروكلوريك $\text{HCl}$
هيدروكسيد الألمنيوم $\text{Al(OH)}_3$	هيدروكسيد البوتاسيوم $\text{KOH}$	حمض الفورميك $\text{HCOOH}$	حمض الهيدروبروميك $\text{HBr}$
هيدروكسيد النحاس II $\text{Cu(OH)}_2$	هيدروكسيد الليثيوم $\text{LiOH}$	حمض الهيدروفلوريك $\text{HF}$	حمض الهيدرويودييك $\text{HI}$
هيدروكسيد الحديد II $\text{Fe(OH)}_2$	هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca(OH)}_2$	حمض الهيدروسيانيك $\text{HCN}$	حمض النيتريك $\text{HNO}_3$
هيدروكسيد الحديد III $\text{Fe(OH)}_3$	هيدروكسيد المغنيسيوم $\text{Mg(OH)}_2$	حمض الكربونيك $\text{H}_2\text{CO}_3$	حمض الكبريتيك $\text{H}_2\text{SO}_4$
	هيدروكسيد الباريوم $\text{Ba(OH)}_2$	حمض الفوسفوريك $\text{H}_3\text{PO}_4$	حمض الكلوريك $\text{HClO}_3$
		حمض الكبريتوز $\text{H}_2\text{SO}_3$	
		حمض النيتروز $\text{HNO}_2$	
		حمض الهيدروكبريتيك $\text{H}_2\text{S}$	
		حمض الهيبوكلوروز $\text{HClO}$	
		حمض الكلوروز $\text{HClO}_2$	

# تسمية الأملاح Salt Nomenclature

## أولاً: نتذكر تسمية الشقوق الحمضية (القواعد المرافقة)

### ① كيفية تسمية الشقوق الحمضية للأحماض غير الأكسجينية :

- 👉 إذا كان الشق لا يحتوي على هيدروجين بدول      اسم اللافلز (أو المجموعة الذرية) + يد
- 👉 إذا كان الشق يحتوي على هيدروجين بدول      اسم اللافلز (أو المجموعة الذرية) + يد + هيدروجيني

صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق	اسم الشق الحمضي
HF	حمض الهيدروفلوريك	F <sup>-</sup>	فلوريد
HCl	حمض الهيدروكلوريك	Cl <sup>-</sup>	كلوريد
HBr	حمض الهيدروبروميك	Br <sup>-</sup>	بروميد
HI	حمض الهيدرويوديك	I <sup>-</sup>	يوديد
HCN	حمض الهيدروسيانك	CN <sup>-</sup>	سيانيد
H <sub>2</sub> S	حمض الهيدروكبريتيك	S <sup>-2</sup>	كبريتيد
		HS <sup>-</sup>	كبريتيد هيدروجيني

### ② كيفية تسمية الشقوق الحمضية للأحماض الأكسجينية :

- 👉 نَحذفُ كَلِمَةَ "حمض" ونَسْتَبْدِلُ المقطع ( وِز ) بـ ( يِت )
- 👉 نَحذفُ كَلِمَةَ "حمض" ويستبدل المقطع ( يِك ) بـ ( آت )

👉 **ملاحظة :** إذا كان الشق لا يزال يحتوي على هيدروجين بدول يجب ذكر عدد ذرات الهيدروجين الحمضية التي لا تزال موجودة في الشق (أحادي = 1 ، ثنائي = 2 ، ثلاثي = 3) .

صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق	اسم الشق الحمضي
HClO	حمض هيبوكلوروز	ClO <sup>-</sup>	هيبوكلوريت
HClO <sub>2</sub>	حمض كلوروز	ClO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	كلوريت
H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	حمض كبريتوز	SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	كبريتيت
		HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	كبريتيت هيدروجينية
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	حمض كربونيك	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	كربونات
		HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	كربونات هيدروجينية
صيغة الحمض	اسم الحمض	صيغة الشق	اسم الشق الحمضي
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	حمض كبريتيك	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	كبريتات
		HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	كبريتات هيدروجينية
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	حمض فوسفوريك	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	فوسفات
		HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	فوسفات أحادية الهيدروجين
		H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	فوسفات ثنائية الهيدروجين

## تقسم الأملاح بحسب تركيبها الكيماوي الى نوعين :

الأملاح الهيدروجينية

الأملاح غير الهيدروجينية

تسمى الأملاح غير الهيدروجينية التي تحتوي على فلزات (أو الأمونيوم) أعداد تأكسدها ثابتة كما يلي :

إسم الشق الحمضي + اسم الفلز (أو الأمونيوم)

تسمى الأملاح غير الهيدروجينية التي تحتوي على فلزات أعداد تأكسدها متغيرة كما يلي :

إسم الشق الحمضي + اسم الفلز + عدد تأكسد الفلز.

الأملاح غير الهيدروجينية التي تحتوي على فلزات أعداد تأكسدها متغيرة		الأملاح غير الهيدروجينية التي تحتوي على فلزات أعداد تأكسدها ثابتة	
كبريتات الحديد II	$\text{FeSO}_4$	كلوريد الأمونيوم	$\text{NH}_4\text{Cl}$
كبريتات الحديد III	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	كبريتات الصوديوم	$\text{Na}_2\text{SO}_4$
كلوريد الحديد II	$\text{FeCl}_2$	نترات الكالسيوم	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
كلوريد الحديد III	$\text{FeCl}_3$	كربونات المغنيسيوم	$\text{MgCO}_3$
كبريتات النحاس II	$\text{CuSO}_4$	فوسفات البوتاسيوم	$\text{K}_3\text{PO}_4$
		كربونات الأمونيوم	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$

## تسمية الأملاح الهيدروجينية :

إسم الشق الحمضي + اسم الفلز (أو الأمونيوم) + الهيدروجينية

إسم الشق الحمضي + اسم الفلز + عدد تأكسد الفلز + الهيدروجينية

وفي حال وجود أكثر من ذرة هيدروجين بدول نستخدم كلمة "ثنائي" أو "ثلاثي" الهيدروجين

الأملاح الحمضية للفلزات ذات أعداد التأكسد المتغيرة		الأملاح الحمضية للفلزات ذات أعداد التأكسد الثابتة	
كبريتات الحديد II الهيدروجينية	$\text{Fe}(\text{HSO}_4)_2$	كبريتات الصوديوم الهيدروجينية	$\text{NaHSO}_4$
فوسفات الحديد III ثنائية الهيدروجين	$\text{Fe}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3$		$\text{NaHCO}_3$
			$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$

📞 أكتب اسم كل من الأملاح التالية وحدد الحمض والقاعدة المكونين للملح :

الملح	اسم الملح	الحمض	القاعدة
NaCl	كلوريد الصوديوم	HCl	NaOH
CuCl	كلوريد النحاس I	HCl	
CuCl <sub>2</sub>		HCl	
KNO <sub>3</sub>	نترات البوتاسيوم	HNO <sub>3</sub>	KOH
KNO <sub>2</sub>			
K <sub>2</sub> S			
CH <sub>3</sub> COONa			



# تميؤ الأملاح Salt Hydrolysis

يَنْتُجُ الْمِلْحُ عَنْ اتِّحَادِ كَمِّيَّاتٍ مُتَكَافِئَةٍ مِنَ الْحَمِضِ وَالْقَاعِدَةِ ، لَذَا نَتَوَقَّعُ أَنْ يَكُونَ مُتَعَادِلًا ، إِلَّا أَنْ بَعْضَ الْأَمْلَاحِ لَا

تَكُونُ مُتَعَادِلَةً عِنْدَ إِذَابَتِهَا فِي الْمَاءِ . فَبَعْضُهَا يَكُونُ قَاعِدِيًّا وَبَعْضُهَا يَكُونُ حَمِضِيًّا وَ الْبَعْضُ الْآخَرُ مُتَعَادِلًا

ملاحظة : تسمى عملية ذوبان **الملح المتعادل** في الماء بـ ( **التفكك** )

بينما تسمى عملية ذوبان **الملح الحمض** أو **القاعدي** بـ ( **التميؤ** )

**التميؤ الملح** : تفاعل بين أيونات الملح وأيونات الماء لتكوين حمض وقاعدة أحدهما أو كلاهما ضعيف

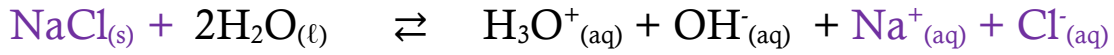
## المحاليل المائية للأملاح :

يُوجَدُ ثَلَاثَةُ أَنْوَاعٍ مِنَ الْمَحَالِيلِ النَّاتِجَةِ عَنِ التَّمْيُؤِ :

### المحاليل المتعادلة      المحاليل القاعدية      المحاليل الحمضية

هي المحاليل الناتجة عن تميؤ ملح حمضي ناتج عن تفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة	هي المحاليل الناتجة عن تميؤ ملح قاعدي ناتج عن تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية	هي المحاليل الناتجة عن ذوبان ملح متعادل ناتج عن تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية
مثال : كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$	مثال : أسيتات الصوديوم $CH_3COONa$	مثال : كلوريد الصوديوم $NaCl$
$[H_3O^+] > [OH^-]$	$[H_3O^+] < [OH^-]$	$[H_3O^+] = [OH^-] = \sqrt{K_w} = 10^{-7} M$
$PH < 7$	$PH > 7$	$PH = 7$
يُحْمَرُ صَبْغَةُ تَبَاعِ الشَّمْسِ	يُزْرَقُ صَبْغَةُ تَبَاعِ الشَّمْسِ	لَا يَتَغَيَّرُ لَوْنُ مَحْلُولِ تَبَاعِ الشَّمْسِ

**علل :** يَبْقَى تَرْكِيزُ كَاتِيوناتِ  $[H_3O^+]$  مَسَاوِيًا لِتَرْكِيزِ أَنْيوناتِ  $[OH^-]$  عِنْد ذَوْبَانِ NaCl فِي الْمَاءِ ( PH = 7 )



لأن ملح كلوريد الصوديوم يتكون من :

①  $(Na^+)$  مشتق من قاعدة قوية ، لا يتفاعل مع الماء ( لا يتمياً )

②  $(Cl^-)$  مشتق من حمض قوي ، لا يتفاعل مع الماء ( لا يتمياً )

وبالتالي يبقى تركيز  $[H_3O^+] = [OH^-]$  وهذا يعني أن المحلول متعادل ( PH = 7 )



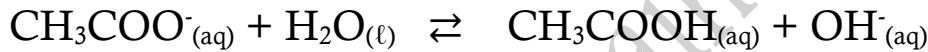
**علل :** قِيَمَةُ الْأَسْ هِيْدُرُوجِيْنِي PH لِحَلُولِ أُسَيْتَاتِ الصُّوْدِيُومِ  $CH_3COONa$  أَكْبَرُ مِنْ 7 ( قَلْوِي التَّأْثِيرِ )



لأن ملح أسيتات الصوديوم يتكون من :

①  $(Na^+)$  مشتق من قاعدة قوية ، لا يتفاعل مع الماء ( لا يتمياً )

②  $(CH_3COO^-)$  مشتق من حمض ضعيف ، يتفاعل مع الماء ( يتمياً ) ويُكون حمض الأسيتيك الضعيف



وبالتالي يكون  $[H_3O^+] < [OH^-]$  ، أي يكون المحلول قاعدي PH > 7

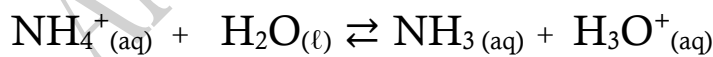
**علل :** قِيَمَةُ الْأَسْ هِيْدُرُوجِيْنِي PH لِحَلُولِ كَلُورِيدِ الْأَمُونِيُومِ  $NH_4Cl$  أَقْلُ مِنْ 7 ( حَمْضِي التَّأْثِيرِ )



لأن ملح كلوريد الأمونيوم يتكون من :

①  $(Cl^-)$  مشتق من حمض قوي ، لا يتفاعل مع الماء ( لا يتمياً )

②  $(NH_4^+)$  مشتق من قاعدة ضعيفة ، يتفاعل مع الماء ( يتمياً ) وتكون الأمونيا ( قاعدة ضعيفة )



وبالتالي يكون  $[H_3O^+] > [OH^-]$  ، أي يكون المحلول حمضي PH < 7

✓✓ ملاحظة هامة : لا تنتمي الشقوق الناتجة عن حمض أو قاعدة قوية مع الماء ، الذي يتميؤ فقط في الشقوق الناتجة عن حمض أو قاعدة ضعيفة .

✓✓ ملاحظة : نَعْتَمِدُ طَبِيعَةَ الْمَحَالِيلِ النَّاتِجَةِ عَنْ تَفَاعُلِ حَمْضٍ ضَعِيفٍ وَقَاعِدَةٍ ضَعِيفَةٍ عَلَى قِيَمَةِ ثَابِتِ

تَأْيِينَ الْحَمْضِ الضَّعِيفِ (  $K_a$  ) وَالْقَاعِدَةِ الضَّعِيفَةِ (  $K_b$  )

① إِذَا كَانَتْ  $K_b < K_a$  يَكُونُ الْمَحْلُولُ حَمْضِيًّا

② إِذَا كَانَتْ  $K_a = K_b$  يَكُونُ الْمَحْلُولُ مُتَعَادِلًا

③ إِذَا كَانَتْ  $K_b > K_a$  يَكُونُ الْمَحْلُولُ قَاعِدِيًّا

✍ اكتب الاسم أو المصطلح العلمي الذي تدل عليه كل عبارة من العبارات التالية :

- ① مركبات أيونية تتكون من تفاعل الحمض مع القاعدة وتنتج عن اتحاد كاتيون القاعدة و أنيون الحمض [ ]
- ② تفاعل بين أيونات الملح و أيونات الماء لتكوين حمض وقاعدة أحدهما أو كلاهما ضعيف [ ]
- ③ أملاح تتكون نتيجة التفاعل بين حمض قوي وقاعدة قوية [ ]
- ④ أملاح تتكون نتيجة التفاعل بين حمض ضعيف وقاعدة قوية [ ]
- ⑤ نوع من الاملاح يتكون نتيجة التفاعل بين حمض قوي وقاعدة ضعيفة [ ]
- ⑥ المَحَالِيلُ النَّاتِجَةُ عَنْ ذَوْبَانِ مِلْحٍ مُتَعَادِلٍ نَاتِجٍ عَنْ تَفَاعُلِ حِمِضٍ قَوِيٍّ مَعَ قَاعِدَةٍ قَوِيَّةٍ [ ]
- ⑦ المَحَالِيلُ النَّاتِجَةُ عَنْ تَمَيُّؤِ مِلْحٍ قَاعِدِيٍّ نَاتِجٍ عَنْ تَفَاعُلِ حِمِضٍ ضَعِيفٍ مَعَ قَاعِدَةٍ قَوِيَّةٍ [ ]
- ⑧ المَحَالِيلُ النَّاتِجَةُ عَنْ تَمَيُّؤِ مِلْحٍ حِمِضِيٍّ نَاتِجٍ عَنْ تَفَاعُلِ حِمِضٍ قَوِيٍّ مَعَ قَاعِدَةٍ ضَعِيفَةٍ [ ]

✍ ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة و علامة (x) أمام الإجابة غير الصحيحة في ما يلي :

- ١ يُعتبر ملح  $\text{NaHSO}_4$  من الاملاح غير الهيدروجينية [ ]
- ٢ يعود التأثير القلوي لمحالول أسيتات الصوديوم الى تهيو كاتيون الملح في الماء [ ]
- ٣ عند إذابة ملح كلوريد البوتاسيوم في الماء النقي ، فإن قيمة الأس الهيدروجيني  $\text{pH}$  للمحلول تزداد [ ]

✍ أكمل الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها علميا :

- ① يرجع التأثير القلوي لمحلول كربونات البوتاسيوم ( $\text{K}_2\text{CO}_3$ ) إلى تفاعل أيونات ----- مع الماء
- ② محلول فلوريد البوتاسيوم تأثيره ----- على الأدلة و ذلك بسبب تفاعل أيون ----- مع الماء
- ③ إذا كان المحلول المائي لمُحْ سيانيد الأمونيوم قلوي التأثير فإن ذلك يدل على أن قيمة ثابت التأيين ( $K_b$ ) للأمونيا ----- قيمة ثابت التأيين ( $K_a$ ) لحمض الهيدروسيانك

④ قيمة  $\text{pH}$  لمحلول كلوريد الأمونيوم ----- من قيمة  $\text{pH}$  لمحلول أسيتات الصوديوم والمساوي له في التركيز

⑤ يُسمى الشق الحمض الذي له الصيغة الكيميائية ( $\text{SO}_3^{2-}$ ) -----



✍ اختر أنسب إجابة لكل من العبارات التالية وضع أمامها علامة (✓) :

١ ✍ أحد الأملاح التالية محلوله المائي له أس هيدروكسيدي أكبر من ٧ :

$\text{KNO}_2$  ☐

$\text{KNO}_3$  ☐

$\text{CH}_3\text{COONH}_4$  ☐

$\text{NH}_4\text{Br}$  ☐

٢ ✍ أحد التغيرات التالية يحدث عند ذوبان ملح كلوريد الصوديوم في الماء :

☐ تتميأ كل من أيونات الكلوريد وأيونات الصوديوم في الماء

☐ تتميأ أيونات الكلوريد فقط في الماء

☐ يكون تركيز أيونات  $[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$

☐ تتميأ أيونات الصوديوم فقط في الماء

٣ ✍ أحد الأملاح التالية يُعتبر من الأملاح مُعادلة التأثير و هو :

☐ كلوريد الألومنيوم

☐ أسيتات الصوديوم

☐ كلوريد الصوديوم

☐ فورمات الصوديوم

٤ ✍ المحلول المائي لفلوريد البوتاسيوم KF وتركيزه  $0.1 \text{ M}$  تكون فيه :

☐  $(\text{OH}^-) = [\text{K}^+]$

☐  $(\text{OH}^-) = [\text{F}^-]$

☐  $(\text{OH}^-) < [\text{F}^-]$

☐  $(\text{OH}^-) < [\text{K}^+]$

٥ ✍ المحلول الذي له أكبر قيمة pH من بين المحاليل التالية المتساوية في التركيز هو :

☐ محلول من نترات الألومنيوم

☐ محلول من كبريتات النحاس II

☐ محلول من نترات البوتاسيوم

☐ محلول من فورمات البوتاسيوم

٦ ✍ عند إضافة لتر من حمض الفورميك إلى لتر من محلول NaOH المتساوي له في التركيز تكون قيمة pH للمحلول الناتج :

☐ أكبر من ٧

☐ ٨

☐ أقل من ٧

☐ ٧

٧ ✍ يمكن الحصول على محلول قيمة pH له تساوي (٧) وذلك عند خلط كميات متكافئة من المحاليل التالية :

☐ حمض الأسيتيك وهيدروكسيد الصوديوم

☐ حمض الهيدروكلوريك ومحلول الأمونيا

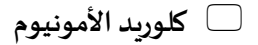
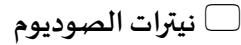
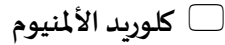
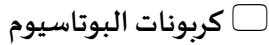
☐ حمض الأسيتيك ومحلول الأمونيا

☐ حمض الهيدروكلوريك وهيدروكسيد الصوديوم

٨ لا يحدث تهيو عند إذابة أحد الأملاح التالية في الماء و هو :



٩ أحد الأملاح التالية يذوب في الماء ومحلولة يزرق ورقة تباع الشمس :



١٠ عند ذوبان ملح أسيتات الصوديوم في الماء فإن العبارة غير الصحيحة :

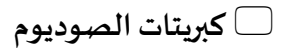
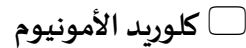
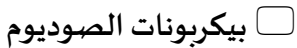
☐ لا يتمياً كاتيون الصوديوم  $\text{Na}^+$  لأنه يشتق من قاعدة قوية

☐ يزداد تركيز أنيون الهيدروكسيد في المحلول ويصبح المحلول قلويًا

☐ يتمياً أنيون الاسيتات بشكل محدود لينتج حمض الأسيتيك و أنيون الهيدروكسيد

☐ تركيز أنيون الاسيتات بالمحلول يساوي تركيز كاتيون الصوديوم

١١ أحد الأملاح التالية يستخدم كهضاد للدهوضة :-



12 أحد الأملاح التالية يُعتبر من الأملاح الهيدروجينية :-



اختر من المجموعة ( ب ) ما يناسب المجموعة ( أ ) بوضع الرقم المناسب بين القوسين :

الرقم المناسب	المجموعة ( أ )	الرقم	المجموعة ( ب )
( )	شق الكبريتيد	١	$S^{-2}$
( )	شق الكبريتات	٢	$SO_3^{-2}$
		٣	$SO_4^{-2}$

أكمل الجدول التالي :

اسم الصيغة الشق الذي يتهياً نوع المحلول الناتج ( حمضي \ قاعدي )	محلول كلوريد الأمونيوم $NH_4Cl$	محلول أسيتات الصوديوم $CH_3COONa$

اكتب الصيغة او الاسم كما هو مطلوب في الجدول التالي :

الصيغة	الاسم	الاسم	الصيغة
$NH_4Cl$	كبريتات النحاس II		
$Na_2SO_4$	كلوريد الحديد III		
$Ca(NO_3)_2$	كبريتات الحديد II		
$MgCO_3$	كبريتات الحديد III		
$K_3PO_4$			$CuCl_2$
$KNO_3$			$CuCl$
$K_2S$			$HgBr_2$
$KNO_2$			$PbI_2$
	كلوريد الكالسيوم	كلورات البوتاسيوم	
	كبريتات البوتاسيوم		$FeSO_3$

# حَاصِلُ الإِذَابَةِ Ksp

تُصَنَّفُ المَحَالِلُ حَسَبَ دَرَجَةِ تَشَبُّعِهَا إِلَى ثَلَاثَةِ أَنْوَاءٍ :

## المَحْلُولُ فَوْقَ المَشْبَعِ

هُوَ المَحْلُولُ الَّذِي يَحْتَوِي عَلَى  
كَمِيَّةٍ مِنَ المَادَّةِ المُذَابَةِ أَكْبَرَ  
مِمَّا فِي المَحْلُولِ المَشْبَعِ عِنْدَ  
الظُرُوفِ ذَاتِهَا

غَيْرَ مُتَزَنِ دِينَامِيكِيًّا

مَعْدَلُ الذُّوْبَانِ > مَعْدَلُ التَّبْلُرِ

## المَحْلُولُ المَشْبَعُ

هُوَ المَحْلُولُ الَّذِي يَحْتَوِي عَلَى أَكْبَرِ كَمِيَّةٍ  
مِنَ المُذَابِ وَلَيْسَ لَهُ القُدْرَةُ عَلَى إِذَابَةِ أَيِّ  
كَمِيَّةٍ إِضَافِيَّةٍ مِنَ المُذَابِ فِيهِ عِنْدَ  
دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مُعَيَّنَةٍ ، بِحَيْثُ تَتَرَسَّبُ أَيُّ  
كَمِيَّةٍ إِضَافِيَّةٍ مِنَ المُذَابِ وَيَكُونُ فِي  
حَالَةِ اتِّزَانٍ دِينَامِيكِيٍّ

مُتَزَنِ دِينَامِيكِيًّا

مَعْدَلُ الذُّوْبَانِ = مَعْدَلُ التَّبْلُرِ

## المَحْلُولُ غَيْرُ المَشْبَعِ

هُوَ المَحْلُولُ الَّذِي يَحْتَوِي عَلَى  
كَمِيَّةٍ مِنَ المَادَّةِ المُذَابَةِ أَقْلَ مِنْهَا  
فِي المَحْلُولِ المَشْبَعِ عِنْدَ الظُّرُوفِ  
ذَاتِهَا وَلَهُ القُدْرَةُ عَلَى إِذَابَةِ  
كَمِيَّاتٍ إِضَافِيَّةٍ مِنَ المُذَابِ عِنْدَ  
إِضَافَتِهَا إِلَيْهِ مِنْ دُونِ تَرَسُّبٍ

غَيْرَ مُتَزَنِ دِينَامِيكِيًّا

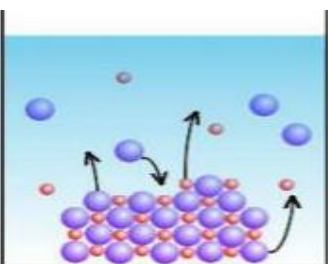
مَعْدَلُ الذُّوْبَانِ < مَعْدَلُ التَّبْلُرِ

**الذُّوْبَانِيَّةُ :** هِيَ كَمِيَّةُ المُذَابِ الِلاَزِمَةُ لِتَكْوِينِ مَحْلُولٍ مُشْبَعٍ مُتَزَنِ فِي كَمِيَّةٍ مُحَدَّدَةٍ مِنَ المُذَابِ وَ عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مُعَيَّنَةٍ

**مُلاحَظَةٌ :** تُعَبِّرُ الذُّوْبَانِيَّةُ عَنِ تَرَكِيزِ المَحْلُولِ المَشْبَعِ عِنْدَ دَرَجَةِ حَرَارَةٍ مُعَيَّنَةٍ

**عِلَلٌ** عِنْدَمَا يُصْبِحُ المَحْلُولُ مُشْبَعًا يَتَوَقَّفُ المُذَابُ عَنِ الذُّوْبَانِ ، وَلَكِنْ هَذَا لَا يَعْنِي أَنَّهُ فِي حَالَةِ سُكُونٍ  
لِأَنَّ عَدَدَ مِنَ الجُسِيَمَاتِ المُذَابِ تَذُوبُ فِي المَحْلُولِ وَفِي نَفْسِ الوَقْتِ فَإِنَّ عَدَدَ مُسَاوِيًا مِنَ الجُسِيَمَاتِ الذَّائِبَةِ  
تَصْطَدِمُ بِالمَادَّةِ الصَّلْبَةِ الِمتَبَقِيَّةِ فِي قَاعِ الإِنَاءِ وَتَتَرَسَّبُ . وَتُوصَفُ هَذِهِ الحَالَةُ بِحَالَةِ الاتِّزَانِ الدِينَامِيكِيِّ

مَا المَقْصُودُ بِ حَالَةِ الاتِّزَانِ الدِينَامِيكِيِّ : هِيَ الحَالَةُ الَّتِي يَكُونُ فِيهَا مَعْدَلُ ذُّوْبَانِ المُذَابِ مُسَاوِيًا تَمَامًا لِمَعْدَلِ تَرَسُّبِهِ



# أهمية ثابت حاصل الإذابة $K_{sp}$

تختلف الأملاح باختلاف ذوبانيتها في الماء ولذلك تُصنف الأملاح بحسب ذوبانيتها في الماء إلى :

الأملاح غير القابلة للذوبان

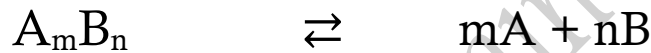
الأملاح القابلة للذوبان

هي أملاح تذوب كمية قليلة جداً منها في الماء وتسمى أحياناً ، بالأملاح شحيحة الذوبان

هي أملاح تذوب كمية كبيرة منها في الماء قبل أن يتكون راسب الملح

ثابت حاصل الإذابة  $K_{sp}$  :

حاصل ضرب تركيز الأيونات مقدراً بالمول / لتر ( mol / L ) والتي تتواجد في حالة اتزان في محلولها المشبع ، كل مرفوع إلى الأس الذي يمثل عدد مولات ( معاملات ) الأيونات الموجودة في معادلة التفكك الموزونة ،



يُعتبر ثابت حاصل الإذابة حالة من حالات ثابت الاتزان يتغير بتغير درجة الحرارة يُحسب للأملاح شحيحة الذوبان

$$K_{sp} = [A]^m \times [B]^n$$

أكتب تعبير ثابت حاصل الإذابة  $K_{sp}$  لكل من المركبات التالية :

صيغة المركب	معادلة التفكك	عبارة ثابت حاصل الإذابة $K_{sp}$
$CaF_2$	$CaF_{2(s)} \rightleftharpoons Ca^{2+} + 2F^-$	$K_{sp} = [Ca^{2+}] \times [F^-]^2$
$Mg(OH)_2$		
$Fe(OH)_3$		
$CaCO_3$		
$Ca_3(PO_4)_2$		

## حل المسائل التالية :

( أ ) احسب تركيزات كاتيونات الفضة و أنيونات الكلوريد في المحلول المشبع لكلوريد الفضة  $\text{AgCl}$  عند درجة

الحرارة  $25^\circ\text{C}$  علماً أن:  $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$

الحل :

① نكتب معادلة تفكك ملح كلوريد الفضة  $\text{AgCl}_{(\text{s})} \rightleftharpoons \text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$

② عند الإتزان الكيمياء  $[\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$

③ نكتب عبارة ثابت حاصل الاذابة :

$$K_{\text{sp}} = [\text{Ag}^+] \times [\text{Cl}^-] = 1.8 \times 10^{-10}$$

$$K_{\text{sp}} = [\text{Cl}^-] \times [\text{Cl}^-] \quad \text{أو} \quad [\text{Ag}^+] \times [\text{Ag}^+] \quad \text{أو} \quad X \cdot X$$

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

④ نأخذ الجذر التربيعي  $X = \sqrt{1.8 \times 10^{-10}}$

$$X = 1.3 \times 10^{-5} \text{ mol/L} = [\text{Ag}^+] = [\text{Cl}^-]$$

( ب ) احسب تركيزات كاتيونات الكالسيوم و أنيونات الفلوريد في المحلول المشبع فلوريد الكالسيوم عند درجة

الحرارة  $25^\circ\text{C}$  ، علماً بأن  $K_{\text{sp}}(\text{CaF}_2) = 3.9 \times 10^{-11}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

( ج ) احسب تركيزات كاتيونات الفضة وأنيونات الكبريتيد في المحلول المشبع كبريتيد الفضة عند درجة الحرارة

$$K_{SP(Ag_2S)} = 8 \times 10^{-51} \text{ علماً أن } 25^\circ\text{C}$$

ad. Hussain

( د ) وضعت عينة من كربونات الخارصين  $ZnCO_3$  في الماء النقي عند  $25^\circ\text{C}$  وترك لبضع أيام جرى خلالها تحليل لتعيين تراكيز

الأيونات  $[Zn^{+2}]$  و  $[CO_3^{-2}]$  فأظهر التحليل أنها لا تتغير حيث وجد أن :  $[Zn^{+2}]$  و  $[CO_3^{-2}] = 3.74 \times 10^{-6} \text{ M}$

احسب قيمة  $K_{sp}$  لكربونات الخارصين ؟

# ظروف الذوبان و الترسيب في المحلول المشبع

سنقوم بعمل مقارنة بين ثابت حاصل الاذابة  $K_{sp}$  و الحاصل الايوني  $Q$  :

الحاصل الأيوني ( $Q$ )

حاصل ضرب تركيزات الأيونات الموجودة في المحلول  
( سواء كان غير مشبع أو مشبع أو فوق مشبع )  
كل مرفوع إلى أس يساوي عدد مولاته في الصيغة

ثابت حاصل الإذابة  $K_{sp}$

حاصل ضرب تركيز الأيونات مقدراً بالمول / لتر (  $\text{mol} / \text{L}$  ) و  
التي تتواجد في حالة اتزان في محلولها المشبع ، كل مرفوع إلى  
الأس الذي يمثل عدد مولات ( معاملات ) الأيونات الموجودة في  
معادلة التفكك الموزونة عند درجة حرارة معينة

يُمكنُ التنبؤُ بالظروف التي عندها يمكن ترسيب مادة ذائبة في المحلول أو إذابة مادة مترسبة

وذلك بمقارنته ثابت حاصل الإذابة  $K_{sp}$  للمادة مع الحاصل الأيوني  $Q$  لها :

إذا كان  $Q = K_{sp}$  يكون المحلول مشبع و متزن ولن يتكون راسب

إذا كان  $Q < K_{sp}$  يكون المحلول غير مشبع و لن يتكون راسب

إذا كان  $Q > K_{sp}$  يكون المحلول فوق مشبع و يحدث ترسيب



# ظروف الذوبان و ظروف الترسيب

## أولاً : كيف نذيب الكتروليت شحيح الذوبان

### كيف تتم إذابة الكتروليت شحيح الذوبان

**فكرة** يتم ذلك عن طريق تقليل تركيز أيونات الملح في المحلول المشبع وذلك بإضافة مادة تعمل على

ذلك حيث يختل الاتزان حسب مبدأ لوشاتيليه وتصبح قيمة الحاصل الأيوني  $Q$  في المحلول **أقل** من

**عامة** قيمة ثابت حاصل الإذابة ( $K_{sp}$ ) وبالتالي ستذوب كمية من الملح لإعادة الاتزان ويتم ذلك بطريقتين :

تكوين الكتروليت ضعيف أو تكوين أيون مشترك (أيون ثالث)

# ( أ ) تَكْوِينُ الْكَتْرُولِيْتِ ضَعِيفٍ ( مِثْلَ الْمَاءِ أَوْ حَمِضٍ ضَعِيفٍ )

**مثال :** هيدروكسيد المغنيسيوم وهيدروكسيد المنجنيز وكربونات الكالسيوم وكبريتيد الحديد II  
مركبات شحيحة الذوبان في الماء ، يُمكنُ إذابتها بإضافة حمض قوي مثل حمض الهيدروكلوريك HCl  
أو حمض النيتريك إليها HNO<sub>3</sub> ، فما السبب في ذلك ؟

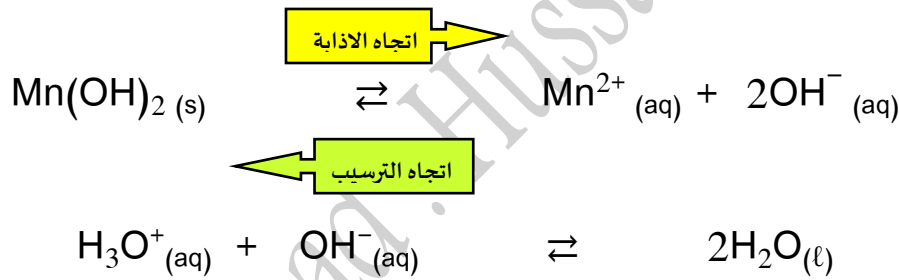
**علل :** يذوب هيدروكسيد المنجنيز Mn(OH)<sub>2</sub> شحيح الذوبان عند إضافة حمض HCl إليه

يُتحد أنيون الهيدروكسيد OH<sup>-</sup> في المحلول مع كاتيون الهيدرونيوم H<sub>3</sub>O<sup>+</sup> من الحمض المضاف مكوناً

مع الكتروليت ضعيف التأين ( الماء ) فتصمم قيمة الحاصل الأيوني Q ( K<sub>sp</sub> > Q ) لهيدروكسيد المنجنيز

[ Mn<sup>2+</sup> ] × [ OH<sup>-</sup> ]<sup>2</sup> أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة ( K<sub>sp</sub> ) له فيذوب .

( فيختل الإتزان ويتجه التفاعل في الاتجاه الطردى لتعويض النقص في OH<sup>-</sup> ، أي في اتجاه زيادة ذوبان Mn(OH)<sub>2</sub> )



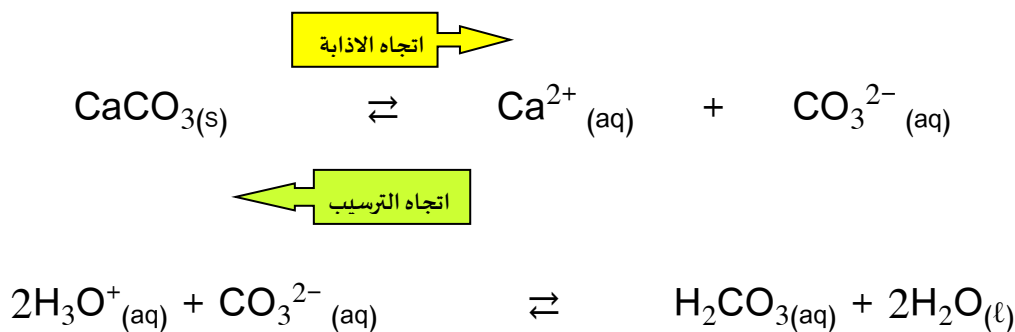
**علل :** تذوب كربونات الكالسيوم CaCO<sub>3</sub> شحيحة الذوبان عند إضافة حمض HCl أو HNO<sub>3</sub>

لأن أنيون الكربونات في المحلول يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مع مكوناً حمض

الكربونيك H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> وهو الكتروليت ضعيف التأين فتصمم قيمة الحاصل الأيوني Q أقل من

حاصل الإذابة ثابت K<sub>sp</sub> > Q له فيذوب

( فيختل الإتزان ويتجه التفاعل في الاتجاه الطردى لتعويض النقص في CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ، أي في اتجاه زيادة ذوبان CaCO<sub>3</sub> )



## ( ب ) تكوين أيون مترابط ( أيون ثابت )

يمكن تقليل تركيز الأيونات الفلزية [ الكاتيونات ] للمركبات شحجة الذوبان بارتباطها مع

**فكرة عامة**

جزيئات متعادلة أو أيونات أخرى مكونة أيونات مترابطة .

( لدينا مثالين لملمين أحدهما يحتوي كاتيون النحاس أو كاتيون الفضة )

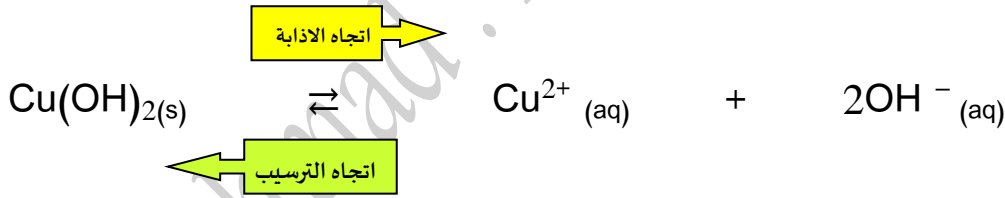
**مثال ① : كاتيون النحاس الأموني المترابط**  $[ \text{Cu}(\text{NH}_3)_4 ]^{2+}$

كيف يتكون كاتيون النحاس الأموني المترابط  $[ \text{Cu}(\text{NH}_3)_4 ]^{2+}$

☺ **مثال ② :** يذوب هيدروكسيد النحاس II  $( \text{Cu}(\text{OH})_2 )$  شحيح الذوبان في الماء بإضافة محلول الأمونيا لمحلوله المشبع

عند إضافة محلول الأمونيا  $\text{NH}_3$  إلى هيدروكسيد النحاس II  $( \text{Cu}(\text{OH})_2 )$  شحيح الذوبان في الماء فإنه يذوب حيث يتحد كاتيون النحاس II  $\text{Cu}^{+2}$  مع الأمونيا مكوناً أيون مترابط  $[ \text{Cu}(\text{NH}_3)_4 ]^{2+}$  وبالتالي يقل

الحاصل الأيوني  $Q$  (  $K_{sp} > Q$  ) لهيدروكسيد النحاس II عن  $K_{sp}$  له فيذوب

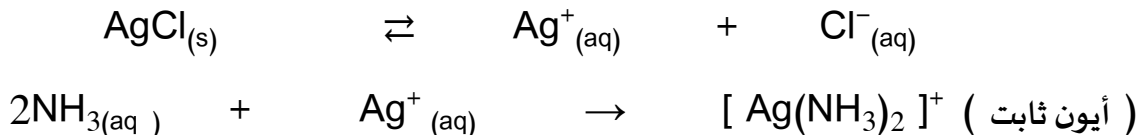


**مثال ② : كاتيون الفضة الاموني المترابط**  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$

عند إضافة محلول الأمونيا  $\text{NH}_3$  إلى كلوريد الفضة  $\text{AgCl}$  شحيح الذوبان في الماء فإنه يذوب حيث يتحد كاتيون

الفضة  $[\text{Ag}^+]$  مع الأمونيا مكوناً أيون مترابط  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$  وبالتالي يقل الحاصل الأيوني  $Q$

لكلوريد الفضة  $[\text{Ag}^+] \times [\text{Cl}^-]$  عن  $K_{sp}$  له فيذوب (  $K_{sp} > Q$  )



# ثانياً : كيف نُرسب مادة ذائبة في المحلول

## تأثير الأيون المشترك Common Ion Effect

**فكرة عامة** عند إضافة مادة تحتوي على أيون مشابه لأحد أيونات المادة الذائبة (أيون مشترك) يعمل على جعل الحاصل الأيوني للمادة الذائبة أكبر من  $K_{sp}$  ( $K_{sp} < Q$ ) وبالتالي يجعلها تترسب

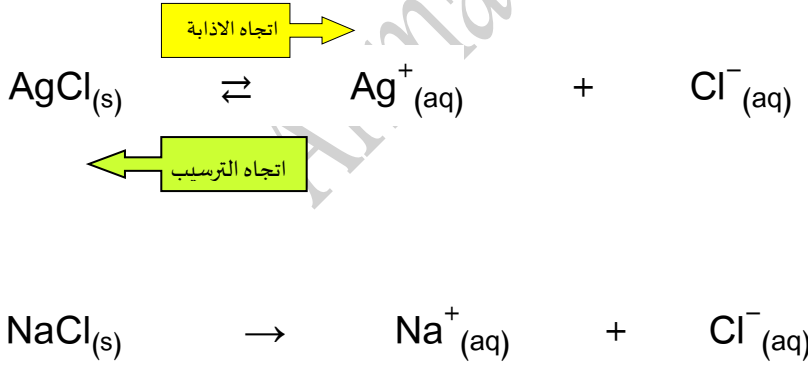
**مثال** : يترسب كلوريد الفضة  $AgCl$  من محلوله المائي عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم إليه

**أو مثال** : ذوبان  $AgCl$  في محلول به  $NaCl$  يكون أقل من ذوبانه في الماء النقي

عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم يتفكك إلى  $Na_{(aq)}^+$  &  $Cl_{(aq)}^-$  وذلك يؤدي إلى زيادة

تركيز أنيون  $Cl^-$  المشترك وبالتالي يصعب الحصول الأيوني  $Q$  لكلوريد الفضة  $[Ag^+] \times [Cl^-]$

$K_{sp} < Q$  فيختل الاتزان ويتكون راسب من هذه المادة ويتحول المحلول من مشبع إلى فوق مشبع



① **مثال** : يترسب كلوريد الفضة من محلوله المائي عند إضافة محلول نترات الفضة إليه .

أو ② ذوبان  $AgCl$  في محلول به  $AgNO_3$  يكون أقل من ذوبانه في الماء النقي .

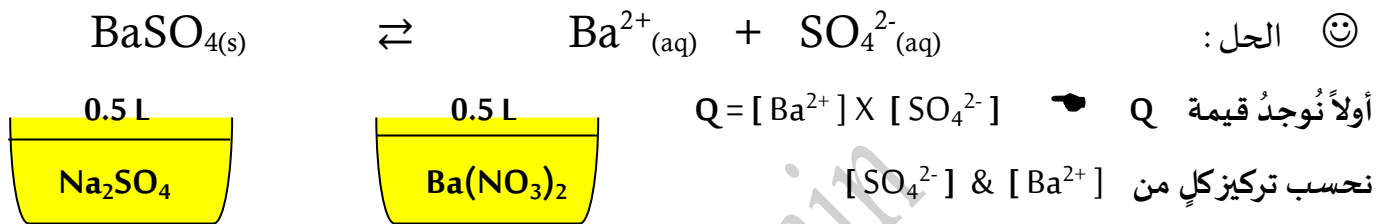


**ملاحظة :** تركيز الأيون = تركيز المركب × عدد مولات الأيون في المركب

**مسألة :** أضيف 0.5 L من محلول  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  تركيزه 0.002 mol/L إلى 0.5 L من

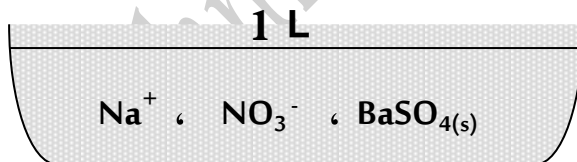
محلول  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  تركيزه 0.008 mol/L لتكوين محلول حجمه ، ( 1L )

توقع هل تترسب كبريتات الباريوم أم لا ( علماً بأن :  $K_{sp}(\text{BaSO}_4) = 1.1 \times 10^{-10}$  )



$n(\text{Ba}^{2+})$	$n(\text{SO}_4^{2-})$
$n = M \cdot v \rightarrow = 0.002 \times 0.5 = 1 \times 10^{-3} \text{ mol}$	$n = M \cdot v \rightarrow = 0.008 \times 0.5 = 4 \times 10^{-3} \text{ mol}$

والآن نحسب تركيز كل من  $[\text{SO}_4^{2-}]$  &  $[\text{Ba}^{2+}]$  بعد إضافتهما لبعضهما في وعاء واحد حيث أصبح الحجم النهائي 1 L



$M(\text{Ba}^{2+})$	$M(\text{SO}_4^{2-})$
$M = \frac{n}{V} \rightarrow = \frac{1 \times 10^{-3}}{1} = 1 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$	$M = \frac{n}{V} \rightarrow = \frac{4 \times 10^{-3}}{1} = 4 \times 10^{-3} \text{ mol / L}$

$$Q = [\text{Ba}^{2+}] \times [\text{SO}_4^{2-}] = 1 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^{-3} = 4 \times 10^{-6}$$

إذاً يتكون راسب لأن  $K_{sp} < Q$  ويكون المحلول فوق مشبع

**مسألة** : توقع إذا كان هناك تكوين راسب لكلوريد الرصاص  $PbCl_2$  عند إضافة 0.025 mol

من محلول  $CaCl_2$  إلى 0.015mol من  $Pb(NO_3)_2$  مع كمية من الماء للحصول على محلول

حجمه ( 1L ) علماً بأن :  $K_{sp}(PbCl_2) = 1.7 \times 10^{-5}$

**مسألة** : توقع إذا كان هناك تكوين راسب لكربونات الكالسيوم عند إضافة 0.5L من

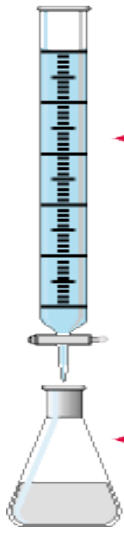
محلول  $Ca(NO_3)_2$  تركيزه 0.001mol/L إلى 0.5L من محلول  $Na_2CO_3$

تركيزه 0.0008 mol / L لتكوين محلول حجمه (1L) علماً بأن :  $K_{sp}(CaCO_3) = 4.5 \times 10^{-9}$

**مسألة** : إذا كان تركيز أيون الرصاص  $Pb^{+2}$  في محلول مشبع من يوديد الرصاص هو  $PbI_2$

$2 \times 10^{-2}$  mol/L احسب حاصل الإذابة  $K_{sp}$

# معايرة الأحماض والقواعد Acid - Bases Titration



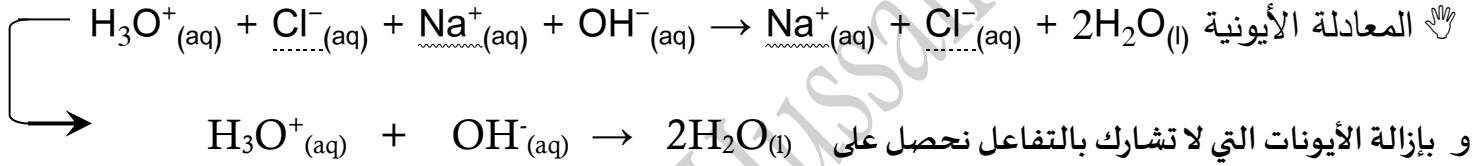
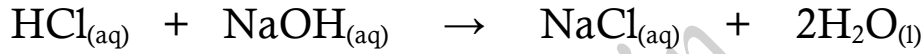
محلول معلوم التركيز

محلول مجهول التركيز

ما المقصود بـ المعايرة :

هي عملية تستخدم لتقدير تركيز مادة معينة في محلول ما بواسطة محلول آخر معلوم التركيز يسمى ( المحلول القياسي )

① تفاعل التعادل بين حمض قوي ( أحادي البروتون ) وقاعدة قوية ( أحادية الهيدروكسيد )



ما المقصود بـ تفاعل التعادل :

هو تفاعل كاتيون الهيدرونيوم من الحمض مع أنيون الهيدروكسيد من القاعدة لتكوين الماء

مميزات تفاعل الأحماض والقواعد :

① يعتبر تفاعل التعادل طارداً للحرارة

② يكون التفاعل تاماً عند مزج كميات متكافئة من الحمض والقاعدة

" حيث تستهلك كاتيونات  $\text{H}_3\text{O}^+$  وأنيونات  $\text{OH}^-$  كلياً "

التفاعل ( المعايرة )	حمض قوي مع قاعدة قوية	قاعدة ضعيفة مع حمض قوي	حمض ضعيف مع قاعدة قوية
المحلول المائي الناتج	متعادل	حمضي	قاعدي
قيمة pH	pH = 7	pH < 7	pH > 7
الدليل المناسب	جميع الادلّة الحمضية و القاعدية	الميثيل البرتقالي أو الميثيل الاحمر	الفينولفثالين

## ما المقصود بـ المحلول القياسي هو المحلول المعلوم تركيزه بدقة

متى نقوم بإجراء المعايرة ؟

عندما يكون لدينا حمض و قاعدة أحدهما معلوم التركيز ( محلول قياسي ) و الآخر مجهول التركيز و يرادُ معرفة تركيزه .

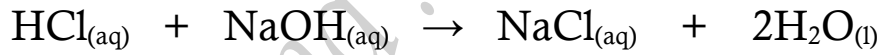
### ② معايرة قاعدة قوية بواسطة حمض قوي باستخدام أدلة التعادل

تتم المعايرة بأخذ حجم معلوم من قاعدة قوية ( مجهولة التركيز ) بمحلول قياسي من حمض قوي معلوم التركيز

نستخدم دليل الميثيل البرتقالي لهذه المعايرة

**فائدة :** يُحددُ تغير لون الدليل انتهاء المعايرة وذلك عند الوصول الى نقطة التكافؤ حيث يتساوى  
عندها عدد مولات كاتيونات هيدرونيوم الحمض  $H_3O^+$  مع عدد مولات هيدروكسيد القاعدة  $OH^-$

★ سنكتب معادلة تفاعل حمض قوي HCl مع قاعدة قوية NaOH



😊 كما ذكرنا عند نقطة التكافؤ تكون :

عدد مولات  $OH^-$  ( من القاعدة ) = عدد مولات  $H_3O^+$  ( من الحمض )

$$n_a = n_b$$

$n_a$  = عدد مولات الحمض  
 $C_a$  = تركيز الحمض  
 $V_a$  = حجم الحمض  
 $a$  = معامل الحمض

$$\frac{C_a \cdot V_a}{a} = \frac{C_b \cdot V_b}{b}$$

$n_b$  = عدد مولات القاعدة  
 $C_b$  = تركيز القاعدة  
 $V_b$  = حجم القاعدة  
 $b$  = معامل القاعدة



❦ **مسألة ①** : تعادل 10 ml من محلول حمض الكبريتيك تماماً مع 25 ml من هيدروكسيد البوتاسيوم

تركيزه 0.4 mol/L . أحسب تركيز حمض الكبريتيك ؟

❦ **الحل** : نكتب معادلة التفاعل الموزونة :  $H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

❦ نكتب القانون و نعوض

$$\frac{C_a \cdot V_a}{a} = \frac{C_b \cdot V_b}{b}$$
$$\frac{C_a \cdot \frac{10}{1000}}{1} = \frac{0.4 \cdot \frac{25}{1000}}{2} \quad \rightarrow \quad C_a = 0.5 \text{ mol/L}$$

❦ **مسألة ②** : احسب تركيز محلول حمض الفوسفوريك اذا تعادل 30 mL منه مع 75 mL من محلول

هيدروكسيد الصوديوم تركيزه 0.4 M لإتمام المعادلة ؟

❦ **مسألة ③** : تمت معايرة 20 mL من محلول هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  باستخدام حمض

الهيدروكلوريك تركيزه 0.5 M ، وعند تمام التفاعل استهلك 25 mL من الحمض

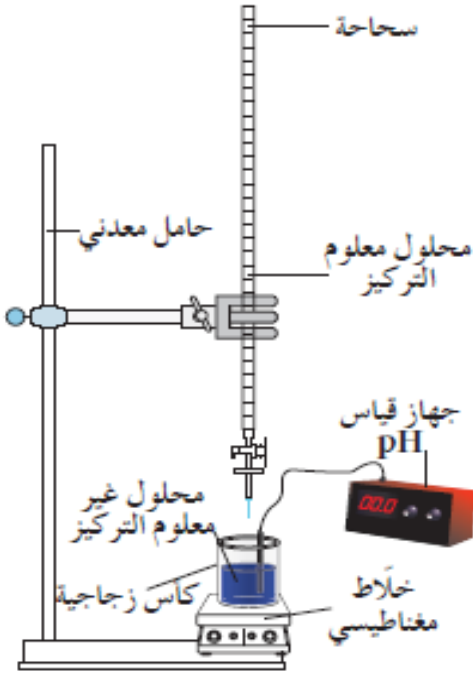
، احسب تركيز محلول هيدروكسيد الكالسيوم ؟

### ③ معايرة حمض قوي بواسطة قاعدة قوية باستخدام جهاز الأس الهيدروجيني pH

« يُستخدم جهاز قياس الأس الهيدروجيني pH في:

① تحديد نقطة التكافؤ

② رسم منحنى المعايرة



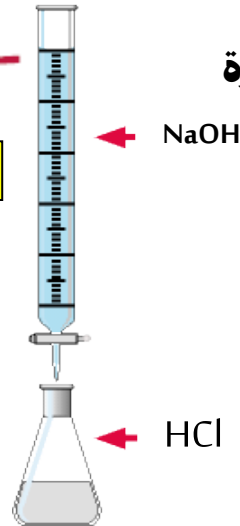
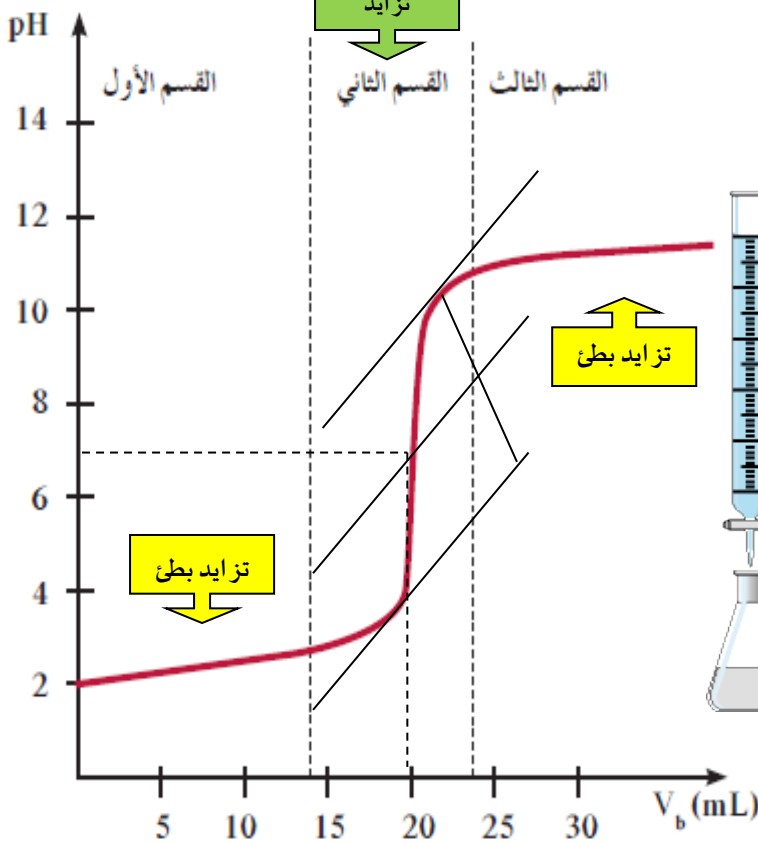
**منحنى المعايرة** هو منحنى يمثل العلاقة البيانية بين الأس الهيدروجيني PH للمحلول

في الدورق المخروطي و حجم الحمض أو ( القاعدة ) المضاف من السحاحة في معايرة الأحماض والقواعد

ما هي الفائدة من منحنيات المعايرة ؟

① تحديد نقطة التكافؤ بدقة ووضوح

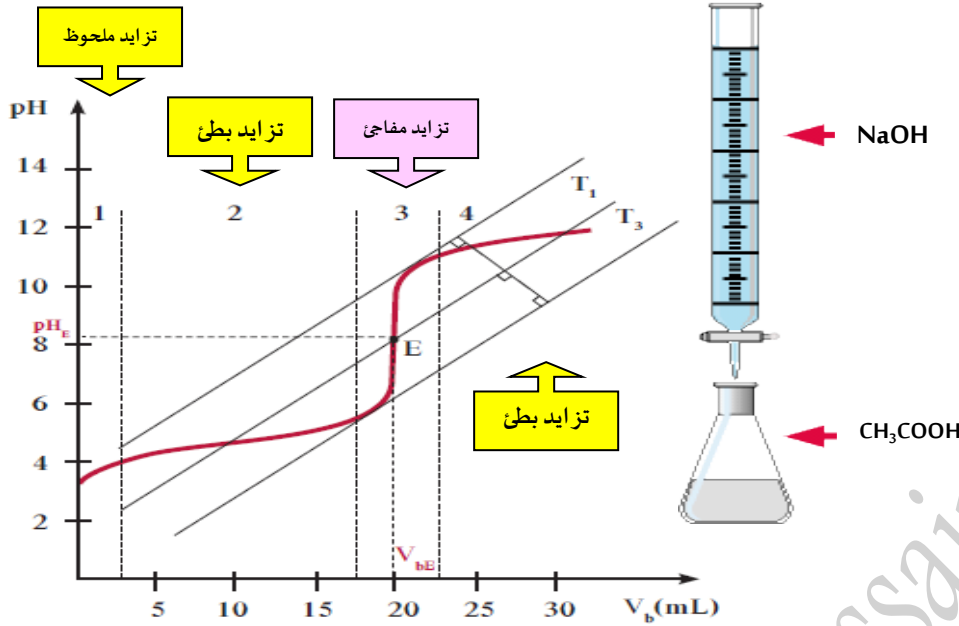
② اختيار الدليل المناسب للمعايرة



معايرة حمض الهيدروكلوريك HCl بـهيدروكسيد الصوديوم NaOH	
منحنى المعايرة	ثلاثة اقسام
pH عند نقطة التكافؤ	pH = 7
الدليل المناسب	جميع الادلة

يمكن تحديد نقطة التكافؤ من منحنى المعايرة باستخدام طريقة **المماسين المتوازيين**

#### ④ معايرة حمض ضعيف بواسطة قاعدة قوية



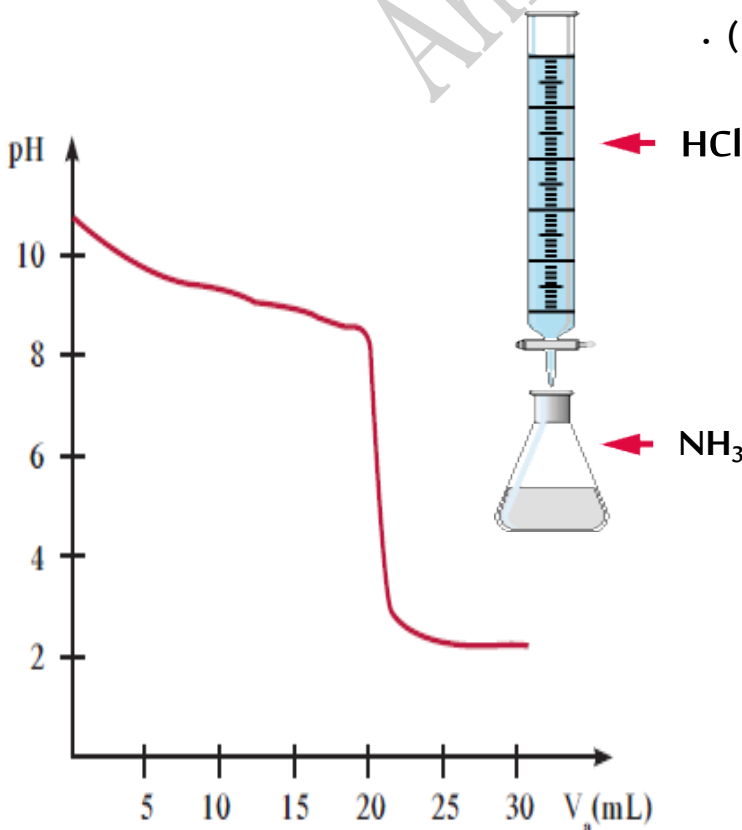
معايرة حمض الأسيتيك $\text{CH}_3\text{COOH}$ بـهيدروكسيد الصوديوم $\text{NaOH}$	
أربعة أقسام	منحنى المعايرة
أكبر من ٧	pH عند نقطة التكافؤ
<b>الفينولفثالين</b>	الدليل المناسب

#### عند نقطة تكافؤ

✓ يُعتبر التفاعل بين الحمض الضعيف والقاعدة القوية **تاماً** و بالتالي نُحدد نقطة التكافؤ على أنها

النقطة التي يتساوى فيها عدد مولات القاعدة المضافة ( أحادية الهيدروكسيد ) مع عدد مولات الحمض

الموجود في الكأس خلال المعايرة ( حمض أحادي البروتون ) .



#### ⑤ معايرة قاعدة ضعيفة بواسطة حمض قوي

معايرة محلول الأمونيا $\text{NH}_3(\text{aq})$ بواسطة حمض الهيدروكلوريك $\text{HCl}(\text{aq})$	
أربعة أقسام	منحنى المعايرة
أصغر من ٧	pH عند نقطة التكافؤ
<b>الميثيل الأحمر</b> <b>أو الميثيل البرتقالي</b>	الدليل المناسب

**مسألة** : احسب حجم محلول حمض الهيدروكلوريك بتركيز 0.45 M الذي يجب ان يضاف الى

25 mL من محلول هيدروكسيد البوتاسيوم بتركيز 1 M لإنتاج محلول متعادل ؟

**مسألة** : أضيف 15 mL من محلول حمض الفوسفوريك الى 38.5 mL من محلول هيدروكسيد

الصوديوم بتركيز 0.15 M .

احسب التركيز المولاري لمحلول حمض الفوسفوريك اذا حدث طبقاً للتفاعل التالي :



## أكمل الفراغات في العبارات التالية بما يناسبها علمياً :

- ١ ✎ تعبير ثابت حاصل الإذابة  $K_{sp}$  لمحلول كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  هو -----
- ٢ ✎ إذا كان تعبير ثابت حاصل الإذابة للملح فوسفات الكالسيوم هو  $K_{sp} = [Ca^{2+}]^3 [PO_4^{3-}]^2$  فإن الصيغة الكيميائية لهذا الملح هو -----
- ٣ ✎ في المحلول المشبع يكون مُعدل الذوبان ----- معدل الترسيب
- ٤ ✎ في محلول كبريتيد الفضة  $Ag_2S$  المشبع يكون تركيز كاتيونات الفضة  $[Ag^+]$  في المحلول ----- ذوبانية كبريتيد الفضة بالتركيز المولاري  $M$
- ٥ ✎ في المحلول غير المشبع يكون الحاصل الأيوني  $Q$  للمُذاب ----- ثابت حاصل الإذابة له
- ٦ ✎ يترسب كلوريد الفضة  $AgCl$  من محلوله المشبع بإضافة محلول ----- أو محلول -----
- ٧ ✎ عند إضافة محلول يوديد الصوديوم  $NaI$  الى محلول  $AgI$  المشبع يُصبح الحاصل الأيوني ليوديد الفضة في المحلول ----- ثابت حاصل الإذابة  $K_{sp}$  له
- ٨ ✎ إضافة قليل من محلول حمض الهيدروكلوريك  $HCl$  محلول مُشبع من هيدروكسيد الكالسيوم  $Ca(OH)_2$  يؤدي الى ----- هيدروكسيد الكالسيوم
- ٩ ✎ يُمكن ترسيب هيدروكسيد الحديد  $Fe(OH)_2$  II من محلوله المشبع بإضافة -----
- ١٠ ✎ الأيون المُشترك بين كلوريد الباريوم وحمض الهيدروكلوريك هو -----
- ١١ ✎ يذوب كبريتيد الخارصين (  $ZnS$  ) من محلوله المشبع عند حمض الهيدروكلوريك  $HCl$  لتكون ----- الذي يُعتبر الكتروليت ضعيف
- ١٢ ✎ يذوب كلوريد الفضة  $AgCl$  من محلوله المشبع عند إضافة محلول الأمونيا  $NH_3(aq)$  لتكون الأيون المُتراب الذي له الصيغة الكيميائية -----
- ١٣ ✎ إذا كان تركيز كاتيون المغنيسيوم  $[Mg^{2+}]$  في محلول مُشبع من هيدروكسيد المغنيسيوم  $Mg(OH)_2$  يُساوي (  $0.005 M$  ) فإن ثابت حاصل الإذابة لهيدروكسيد المغنيسيوم يُساوي -----
- ١٤ ✎ إذا كانت ذوبانية ملح كربونات الرصاص (  $PbCO_3$  II ) في المحلول تُساوي (  $1.8 \times 10^{-7} M$  ) فإن قيمة ثابت حاصل الإذابة  $K_{sp}$  لكربونات الرصاص II تساوي -----

١٥ إذا كان تركيز كاتيونات الرصاص  $Pb^{2+}$  في محلول مُشبع من كلوريد الرصاص (II)  $PbCl_2$  يساوي  $2 \times 10^{-7}$  مول / لتر فإن ثابت

حاصل الإذابة لكلوريد الرصاص II تساوي -----

١٦ إذا كانت قيمة ثابت حاصل الإذابة لبروميد الفضة  $AgBr$  يساوي  $1 \times 10^{-13}$  ليوريد الفضة  $AgI$  يساوي  $1 \times 10^{-16}$  عند

درجة  $25^\circ C$  فإن ذلك يدل على أن ذوبانية ملح بروميد الفضة في الماء ----- أكبر من ذوبانية ملح يوديد الفضة

١٧ إضافة محلول حمضي الى هيدروكسيد المغنيسيوم يؤدي الى ----- كمية المادة المذابة من هيدروكسيد المغنيسيوم

١٨ ذوبانية كبريتيد الفضة  $Ag_2S$  في محلوله المُشبع المُتزن تُساوي تركيز أيون ----- في المحلول

١٩ عند إضافة محلول الامونيا الى كلوريد الفضة يُصبح الحاصل الأيوني لكلوريد الفضة  $[Ag^+][Cl^-]$  ----- من

ثابت حاصل الإذابة  $K_{sp}$

٢٠ إذا كانت ذوبانية فوسفات الكالسيوم  $Ca_3(PO_4)_2$  تُساوي  $7 \times 10^{-7}$  مول / لتر فإن تركيز أيون الكالسيوم في المحلول المُشبع

المتزن لهذا الملح يُساوي ----- مول / لتر

٢١ إذا علمت أن قيمة ثابت حاصل الإذابة لكبريتيد النيكل تُساوي  $1.4 \times 10^{-24}$  و لكبريتيد الكاديوم تُساوي  $1 \times 10^{-28}$  فإذا تم

إمرار غاز كبريتيد الهيدروجين تدريجياً في محلول يحتوي على تراكيز مُتساوية من نيترات النيكل ونيترات الكاديوم فإن المادة

التي تترسب أولاً هي -----

٢٢ عند تفاعل حمض قوي مع قاعدة قوية تماماً يكون المحلول ----- التأثير عند نقطة التكافؤ

٢٣ يكون المحلول حمضي التأثير عند نقطة التكافؤ عند مُعايرة حمض قوي مع قاعدة -----

٢٤ عند مُعايرة حمض ضعيف مع قاعدة قوية يكون قيمة الاس الهيدروجيني pH للمحلول عند نقطة التكافؤ ----- 7

٢٥ ( حجم محلول NaOH الذي تركيزه 0.5 M اللازمة لكي تتعادل مع 200 mL من حمض HCl تركيزه 0.2 M يساوي

mL ----- إذا كان التفاعل يتم وفق المعادلة التالية :  $HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \rightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$

٢٦ عدد مولات هيدروكسيد البوتاسيوم التي تلزم للتفاعل تماماً مع نصف لتر من محلول حمض الكبريتيك الذي تركيزه

0.2 M وفق المعادلة التالية :  $H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$  يساوي -----

٢٧ حجم محلول حمض الكبريتيك الذي تركيزه 0.25 M اللازم للتفاعل تماماً مع 50 mL من هيدروكسيد البوتاسيوم النقي

الذي تركيزه 0.3 M وفق المعادلة التالية :  $H_2SO_{4(aq)} + 2KOH_{(aq)} \rightarrow K_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$  يساوي -----

٢٨ تُحدد نقطة التكافؤ من منحنى المُعايرة بطريقة -----

✎ اختر أنسب إجابة لكل من العبارات التالية وضع أمامها علامة (✓) :

١ جميع المحاليل التالية تعمل على ترسيب هيدروكسيد الكالسيوم من محلوله المشبع عدا واحد منها ، هو :

HCl ☐

KOH ☐

Ca<sub>3</sub>(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> ☐

NaOH ☐

٢ يذوب كلوريد الفضة من محلوله المشبع عندها يُضاف إليه :

☐ محلول حمض النيتريك المخفف

☐ محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف

☐ محلول الأمونيا

☐ محلول حمض الاسيتيك المخفف

٣ إضافة قليل من محلول حمض الكبريتيك إلى محلول مشبع مُترن من كبريتات الكالسيوم يعمل على :

☐ زيادة قيمة حاصل الإذابة لكبريتات الكالسيوم

☐ تقليل كمية المادة المذابة من كبريتات الكالسيوم

☐ تقليل قيمة حاصل الإذابة لكبريتات الكالسيوم

☐ زيادة كمية المادة المذابة من كبريتات الكالسيوم

٤ يترسب المركب الأيوني من محلوله المشبع عندها يكون :

☐ الحاصل الأيوني له أكبر من ثابت حاصل الإذابة

☐ الحاصل الأيوني له أقل من ثابت حاصل الإذابة

☐ الحاصل الأيوني له يساوي ثابت حاصل الإذابة

☐ قيمة ثابت حاصل الإذابة له أقل من ١

٥ عند إضافة محلول ملح الطعام إلى محلول مشبع من كلوريد الفضة AgCl :

☐ تزداد كمية كلوريد الفضة المذابة

☐ تزداد قيمة ثابت حاصل الإذابة لكلوريد الفضة

☐ تزداد قيمة الحاصل الأيوني لكلوريد الفضة

☐ تقل كمية كلوريد الفضة المترسبة

٦ عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم تدريجي إلى كل من المحاليل المشبعة التالية

Zn(OH)<sub>2</sub> ، Mg(OH)<sub>2</sub> ، Fe(OH)<sub>2</sub> ، Ca(OH)<sub>2</sub> ، فإذا علمت أن ثابت حاصل الإذابة لكل منها

( 6 × 10<sup>-12</sup> ، 2 × 10<sup>-15</sup> ، 5 × 10<sup>-7</sup> ، 4.5 × 10<sup>-17</sup> ) على الترتيب فإن المادة التي تترسب أولاً هي :

Fe(OH)<sub>2</sub> ☐

Ca(OH)<sub>2</sub> ☐

Zn(OH)<sub>2</sub> ☐

Mg(OH)<sub>2</sub> ☐

٧ الهاليل التالية تُذيب كربونات النحاس II من محلولها المُشبع عدا واحدا هو :

☐ حمض الهيدروكلوريك المخفف ☐ نيترات النحاس II

☐ محلول الأمونيا ☐ حمض النيتريك

٨ عند إضافة محلول نيترات الكاديوم إلى محلول مُشبع مُترن من كبريتيد الكاديوم CdS فإن :

☐ ذوبانية كبريتيد الكاديوم تزداد ☐ قيمة Ksp لكبريتيد الكاديوم تقل

☐ كمية المادة المُذابة من كبريتيد الكاديوم تقل ☐ قيمة Ksp لكبريتيد الكاديوم تزداد

٩ جميع الهاليل التالية تُرسب كبريتيد الحديد II (FeS) من محلوله المُشبع عدا واحد هو :

☐ H<sub>2</sub>S ☐ HCl ☐ FeCl<sub>2</sub> ☐ Na<sub>2</sub>S

١٠ عند إضافة محلول الأمونيا إلى محلول مُشبع مُترن من كلوريد الفضة فإن ذلك يؤدي إلى :

☐ ذوبان كلوريد الصوديوم المُترسب ☐ تقليل قيمة Ksp لكلوريد الفضة

☐ ترسيب كلوريد الفضة من المحلول ☐ زيادة قيمة Ksp لكلوريد الفضة

١١ ذوبانية ملح يوديد الرصاص II (PbI<sub>2</sub>) في محلوله المُشبع المُترن تُساوي :

☐ تركيز أنيون اليوديد في المحلول ☐ نصف تركيز أنيون اليوديد في المحلول

☐ نصف تركيز كاتيون الرصاص في المحلول ☐ مثلي تركيز كاتيون الرصاص في المحلول

١٢ يتكون إلكتروليت ضعيف عند إضافة حمض HCl إلى كل من المركبات التالية ما عدا :

☐ هيدروكسيد المغنيسيوم ☐ كبريتيد الخارصين

☐ كلوريد الفضة ☐ كربونات الكالسيوم

١٣ الهاليل التالية تُذيب هيدروكسيد النحاس II عدا واحدا هو :

☐ حمض الكبريتيك المُخفف ☐ نيترات النحاس II

☐ محلول الأمونيا ☐ حمض الهيدروكلوريك



١٤ عند مزج محلول لحمض قوي (أحادي البروتون) مع محلول لقاعدة قوية (أحادية الهيدروكسيد)

و عدد مولات كل من الحمض و القاعدة متساوي يتكون :

- ☐ ملح مُتعادل وقيمة pH للمزيج تُساوي 7 ☐ ملح قاعدي وقيمة pH للمزيج أكبر من 7
- ☐ ملح حمضي وقيمة pH للمزيج أقل من 7 ☐ ملح هيدروجيني وقيمة pH للمزيج أقل من 7

١٥ إذا تعادل (20 mL) من محلول حمض الكبريتيك تهاه مع (50 mL) من محلول هيدروكسيد الصوديوم

تركيزه 0.4 M وفقاً للمعادلة التالية :  $H_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2H_2O$  فإن تركيز الحمض يساوي :

- ☐ 0.5 M ☐ 0.004 M ☐ 0.1 M ☐ 0.25 M

١٦ حجم محلول حمض الهيدروكلوريك الذي تركيزه 0.2 M اللازم لإتهام معايرة 25 mL من محلول

هيدروكسيد الكالسيوم 0.4 M و الذي يتم وفق المعادلة التالية :  $2HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

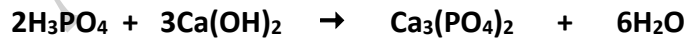
- ☐ 100 L ☐ 50 mL ☐ 100 mL ☐ 200 mL

١٧ حجم هيدروكسيد الكالسيوم الذي تركيزه 0.2 M و اللازم لمعايرة محلول حمض الهيدروكلوريك (0.5 mol)

من الحمض وفق المعادلة التالية :  $2HCl + Ca(OH)_2 \rightarrow CaCl_2 + 2H_2O$

- ☐ 2.5 mL ☐ 2.5 L ☐ 1.25 mL ☐ 1.25 L

١٨ عدد مولات حمض الفوسفوريك  $H_3PO_4$  اللازمة لكي يتعادل تهاها مع 0.3 مول من هيدروكسيد الكالسيوم وفق المعادلة التالية :



- ☐ 0.6 mol ☐ 0.2 mol ☐ 0.13 mol ☐ 0.3 mol

١٩ عند دراسة منحنى معايرة محلول مائي من هيدروكسيد الصوديوم (في الدورق المخروطي) بواسطة حمض الاسيتيك فإن :

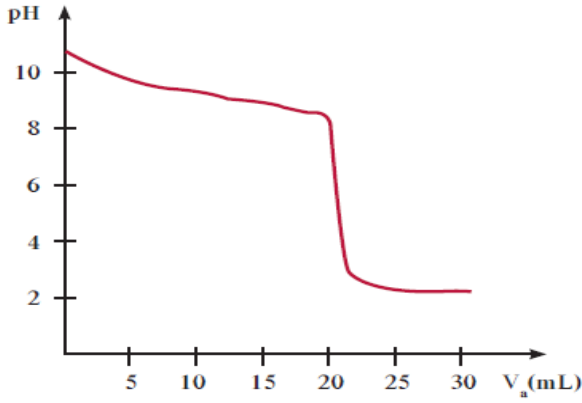
☐ قيمة pH تتزايد بشكل بطئ في بداية المنحنى

☐ الفينول لفتالين هو الدليل المناسب لهذه المعايرة

☐ نقطة التكافؤ تكون عند (pH = 7)

☐ في نهاية المعايرة يتكون ملح حمضي

٢٠ الشكل الذي أمامك يمثل معايرة حمض HA مع قاعدة BOH و من خلال دراسة المنحنى يمكن أن نستنتج أن :



☐ الحمض HA حمض قوي والقاعدة BOH قوية

☐ المحلول الناتج عند نقطة التكافؤ محلول قلوي

☐ يصلح دليل الميثيل الأحمر ( 4 - 6 ) لهذه المعايرة

☐ HA حمض ضعيف و BOH قاعدة قوية

أكمل الجدول التالي :

التجربة	قيمة pH للمحلول المضاف اليه (تزداد - تقل - لا تتغير)	درجة التأين للمحلول المضاف اليه (تزداد - تقل - لا تتغير)
١ إضافة كلوريد الصوديوم الصلب الى محلول حمض الهيدروكلوريك		
٢ إضافة كلوريد الأمونيوم الصلب الى محلول الامونيا		
٣ إضافة أسيتات الصوديوم الصلب الى محلول حمض الاسيتيك		

ماذا تتوقع أن يحدث في الحالات التالية مع التفسير و كتابة المعادلات الكيميائية :

١ ل كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  شحيح الذوبان في الماء في محلوله المشبع المتزن عند إضافة حمض الهيدروكلوريك اليه

التوقع :

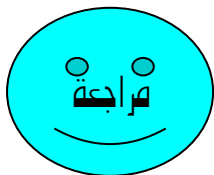
التفسير :

.....

.....

# الكيمياء العضوية Organic Chemistry

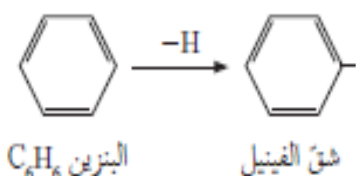
نبدء بمراجعة لأهم الهيدروكربونات المشبعة ( الألكانات ) :



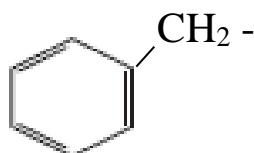
**شق الألكيل :** هو الجزء المتبقي من الألكان بعد حذف ذرة هيدروجين

يُشتق اسم شق الألكيل من اسم الألكان المقابل بحذف المقطع آن وإضافة المقطع يل

عدد ذرات الكربون	اسم الألكان	الصيغة الجزيئية	اسم شق الألكيل	الصيغة الجزيئية
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				



**شق الفينيل :** هو الجزء المتبقي من البنزين بعد حذف ذرة هيدروجين



**شق البنزائل :**

ملاحظة : أنواع ذرات الكربون في المركبات العضوية :



ذرة كربون أولية ( 1° )	ذرة كربون ثانوية ( 2° )	ذرة كربون ثالثة ( 3° )
------------------------	-------------------------	------------------------


اسم الألكان	صيغة الألكان	اسم شق الألكيل	صيغة شق الألكيل
ميثان		ميثيل	$\text{CH}_3 -$
إيثان		إيثيل	$\text{C}_2\text{H}_5 -$ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 -$
بروبان		بروبيل	$\text{C}_3\text{H}_7 -$
		أيزو بروبيل أو بروبيل ثانوي	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ $\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_3$ 
بيوتان		بيوتيل	$\text{C}_4\text{H}_9 -$ $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$
		بيوتيل ثانوي	$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$ 
2 - ميثيل بروبان		أيزو بيوتيل	$\text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 -$   $\text{CH}_3$
		بيوتيل ثالثي	$\text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3$   $\text{CH}_3$

تذكير: أنواع التفاعلات الكيميائية في المركبات العضوية:

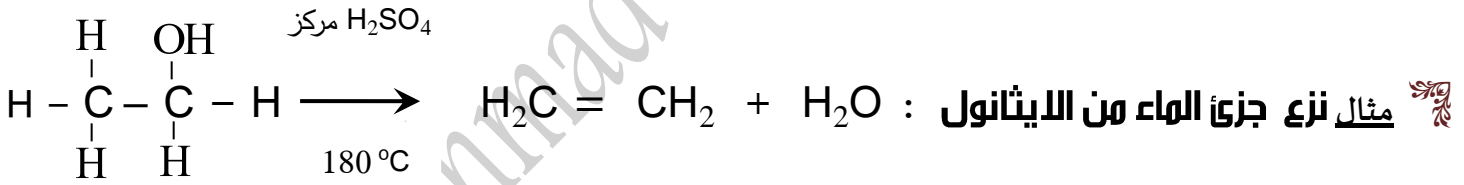
### تفاعلات الاستبدال

هي تفاعلات تحل فيها ذرة أو مجموعة ذرية محل ذرة أو مجموعة ذرية أخرى متصلة بذرة الكربون



### تفاعلات الانتزاع

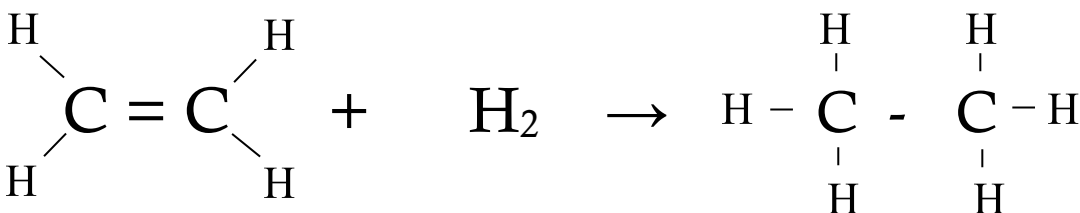
هي تفاعلات يتم فيها نزع ذرتين أو ذرة ومجموعة ذرية من ذرتي كربون متجاورتين لتكوين مركبات غير مشبعة



### تفاعلات الإضافة

هي تفاعلات يتم فيها إضافة ذرات أو مجموعات ذرية الى ذرتي كربون متجاورتين ترتبطان برابطة تساهمية ثنائية أو ثلاثية غير مشبعة

مثال : اضافة جزئ هيدروجين الى الايثين :



# المشتقات الهيدروكربونية Hydrocarbon Derivatives

ما هي المجموعة الوظيفية :

عبارة عن ذرة أو مجموعة ذرية تمثل الجزء النشط الذي تتركز إليه التفاعلات الكيميائية للمركب الذي يحتويها وتحدد الصيغة البنائية والخواص الكيميائية لعائلة من المركبات العضوية

## تصنيف المركبات العضوية بحسب المجموعة الوظيفية Functional Groups

المجموعة الوظيفية Functional Groups					
مثال					
الصيغة	الاسم	الصيغة العامة	الصيغة	الاسم	العائلة
$\text{CH}_3\text{-Cl}$	كلوريد الميثيل	$\text{R} - \text{X}$	$-\text{X}$ $\text{I}, \text{Br}, \text{Cl} \dots$	ذرة الهالوجين	① الهيدروكربونات الهالوجينية
$\text{CH}_3\text{-OH}$	ميثانول	$\text{R} - \text{OH}$	$-\text{OH}$	هيدروكسيل	② الكحولات
$\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$	ثنائي ميثيل إيثر	$\text{R} - \text{O} - \text{R}'$	$-\text{O}-$	أوكسي	③ الايثيرات
$\text{H-CHO}$	ميثانال (فورمالدهيد)	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{H}$	$-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{H}$	كربونيل (طرفية)	④ الألدهيدات
$\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{CH}_3$	بروبانون	$\text{R}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{R}'$	$-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-$	كربونيل (غير طرفية)	⑤ الكيتونات
$\text{CH}_3\text{-COOH}$	حمض الايثانويك (حمض الاسيتيك)	$-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{OH}$ (أو $-\text{COOH}$ )	$-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{OH}$ (أو $-\text{COOH}$ )	كربوكسيل	⑥ الأحماض الكربوكسيلية
$\text{CH}_3\text{-COOCH}_3$	ايثانوات الميثيل (اسيتات الميثيل)	$-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{OR}$ (أو $-\text{COOR}$ )	$-\overset{\text{O}}{\underset{\text{  }}{\text{C}}}-\text{OR}$ (أو $-\text{COOR}$ )	الكوكسي كربونيل	⑦ الاسترات
$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-NH}_2$	إيثيل أمين	$\text{R} - \text{NH}_2$	$-\text{NH}_2$	أمين	⑧ الأمينات

تمثل  $\text{R}, \text{R}'$  السلاسل الكربونية في المركبات العضوية ومن الممكن أن تكون  $\text{R}, \text{R}'$  متماثلتين أو مختلفتين

# الهيدروكربونات الهالوجينية Halogenated Hydrocarbons

مركبات عضوية مشتقة من الهيدروكربونات الأليفاتية أو الأروماتية باستبدال ذرة هالوجين أو أكثر محل ما يماثل عددها من ذرات الهيدروجين

الصيغة العامة لها  $R - X$  حيث يمكن أن تكون X ذرة ( F أو I أو Br أو Cl )

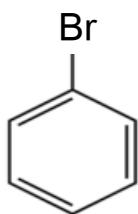
ما المقصود بـ هاليد الألكيل ( هالو ألكان ) :

هو مركب هيدروكربوني تتصل فيه ذرة هالوجين واحدة بشق ألكيل واحد فقط

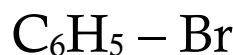
مثال : كلوريد الميثيل (كلوروميثان)  $CH_3 - Cl$

ما المقصود بـ هاليد الفينيل ( هالو بنزين ) :

هو مركب هيدروكربوني تتصل فيه ذرة هالوجين واحدة بشق فينيل (أريل)



أو



مثال : بروميد الفينيل (بروموبنزين)

# تسمية الهيدروكربونات الهالوجينية

## تسمية الهيدروكربونات الهالوجينية

التسمية الشائعة

تبعاً لنظام الأيوك

**أولاً :** نحدد اسم أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوى على ذرة الهالوجين ( ولا يشترط أن تكون السلسلة مستقيمة )

**ثانياً :** نرقم السلسلة من الطرف الأقرب لذرة الهالوجين بدءاً من السلسلة الكربونية التي تحتوى ٣ ذرات كربون وأكثر

وتتم التسمية كما يلي :

رقم ذرة الكربون المتصلة بالهالوجين + كلمة هالوألكان

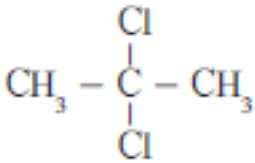


1 - يودو بروبان



2 - كلورو بيوتان

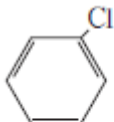
③ في حال وجود أكثر من ذرة هالوجين متشابهة نستخدم المقطع " ثنائي أو ثلاثي "



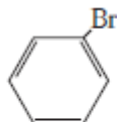
2,2 - ثنائي كلوروبروبان

مع تحديد جميع أماكن اتصالها بالسلسلة

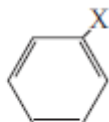
④ في حال وجود شقوق مختلفة وتشابه في أماكن الترقيم تكون الأولوية للترتيب الأبجدي



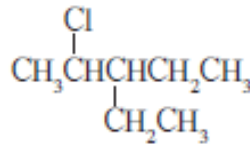
كلورو بنزين  
كلوريد الفينيل



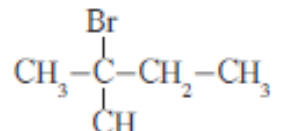
برومو بنزين  
بروميد الفينيل



هالو بنزين  
هاليد الفينيل



3- إيثيل-2-كلورو بتان



2- برومو-2-مethyl يوتان



## التسمية الشائعة للهيدروكربونات الهالوجينية :

اسم ذرة الهالوجين منتهيا بالقطع يد + اسم شق الألكيل

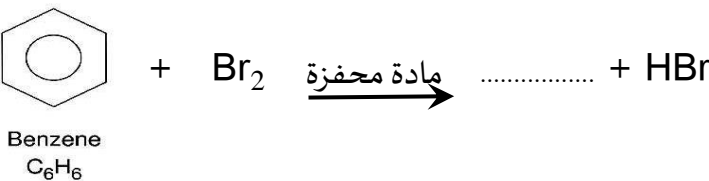
الاسم حسب نظام الأيوباك	الصيغة الكيميائية	الاسم الشائع
هالو ألكان		هاليد الألكيل
كلورو ميثان	$\text{CH}_3\text{-Cl}$	كلوريد الميثيل
برومو إيثان	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$	بروميد الإيثيل
١ - برومو بروبان	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Br}$	بروميد البروبيل
2 - كلورو بروبان	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \\   \\ \text{Cl} \end{array}$	كلوريد الأيزو بروبييل أو ( كلوريد البروبيل الثانوي )
	$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$	
2 - برومو 2 - ميثيل البروبان	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3\text{-C-CH}_3 \\   \\ \text{Br} \end{array}$	بروميد البيوتيل الثالثي
١ - كلورو ٢ - ميثيل بروبان	$\begin{array}{c} \text{CH}_3\text{-CH-CH}_2\text{-Cl} \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
	$\begin{array}{c} \text{Cl} \\   \\ \text{CH}_3\text{-CH-CH}_3 \end{array}$	

## تصنيف الهيدروكربونات الهالوجينية:



هي هاليدات ترتبط فيها ذرة الهالوجين بذرة كربون متصلة بذرتي هيدروجين و مجموعة الألكيل أو بذرات هيدروجين	هي هاليدات تتصل فيها ذرة الهالوجين بذرة كربون (ثانوية) متصلة بذرة هيدروجين واحدة و مجموعتين ألكيل	هي هاليدات تتصل فيها ذرة الهالوجين بذرة كربون (ثالثية) متصلة بثلاث مجموعات ألكيل
<p>برومو ميثان <math>\text{CH}_3\text{Br}</math></p> <p>برومو إيثان <math>\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{Br}</math></p>	<p>٢ - برومو بروبان</p> $\begin{array}{c} \text{Br} \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{H} \end{array}$	<p>2 - برومو 2 - ميثيل بروبان</p> $\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3-\text{C}-\text{CH}_3 \\   \\ \text{Br} \end{array}$

## تحضير الهيدروكربونات الهالوجينية:

① الهلجنة المباشرة للألكانات ( التفاعل المباشر ) :	② الهلجنة المباشرة للبنزين ( التفاعل المباشر ) :
تتفاعل الألكانات مع الكلور أو البروم في وجود الأشعة فوق البنفسجية ( UV )	يتفاعل البنزين مع الهالوجين في وجود مادة محفزة مثل الحديد
$\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{UV}} \dots + \dots$ $\text{CH}_3 - \text{CH}_3 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{UV}} \dots + \dots$	 <p> <math display="block">\text{Benzene } \text{C}_6\text{H}_6 + \text{Br}_2 \xrightarrow{\text{مادة محفزة}} \dots + \text{HBr}</math> </p>

## الخواص الفيزيائية للهيدروكربونات الهالوجينية :

① الهيدروكربونات الهالوجينية شحيحة الذوبان في الماء على الرغم من أنها مركبات قطبية علل :

لعدم قدرتها على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاتها وجزيئات الماء

② درجة غليان هاليدات الألكيل أعلى بكثير من درجات غليان الألكانات التي حضرت منها علل :

لأن هاليدات الألكيل مركبات قطبية وقوى التجاذب بين جزيئاتها كبيرة بينما الألكانات مركبات غير قطبية

مثال : درجة غليان  $\text{CH}_3 - \text{Cl}$  أعلى من درجة غليان  $\text{CH}_4$

③ تزداد درجة غليان هاليدات الألكيل التي تحتوي على ذرة الهالوجين نفسها بزيادة كتلتها الجزيئية

مثال : درجة غليان بروميد الأيثيل  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Br}$  أعلى من بروميد الميثيل  $\text{CH}_3 - \text{Br}$  ( علل )

لأن الكتلة الجزيئية لشق الإيثيل أكبر من الكتلة الجزيئية لشق الميثيل

④ تزداد درجة غليان هاليدات الألكيل التي تحتوي على المجموعة العضوية نفسها بزيادة الكتلة

الجزيئية لذرة الهالوجين [  $\text{I} > \text{Br} > \text{Cl} > \text{F}$  ]

مثال : درجة غليان  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{I}$  أعلى من درجة غليان  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Br}$  ( علل )

لأن الكتلة الذرية لليود أكبر من الكتلة الجزيئية للبروم

⑤ تتميز مركبات البروم و اليود بكثافة أعلى من كثافة الماء

رتب الهيدروكربونات الهالوجينية التالية تصاعدياً بحسب درجات غليانها : ☐



## الخواص الكيميائية للهيدروكربونات الهالوجينية ( التفاعلات )

① تُعتبر هاليدات الألكيل مواد نشطة غير مستقرة تتفاعل بسهولة على :

لأن ذرة الهالوجين لها سالبية كهربائية عالية مما يؤدي إلى قطبية الرابطة حيث تحمل ذرة الهالوجين شحنة

سالبة جزئية وتحمل ذرة الكربون شحنة موجبة جزئية  $[ - C^{\delta+} - X^{\delta-} ]$

② ملاحظة : تتفاعل هاليدات الألكيل إما بالاستبدال أو بالانتزاع وسنكتفي فقط بتفاعلات الاستبدال :

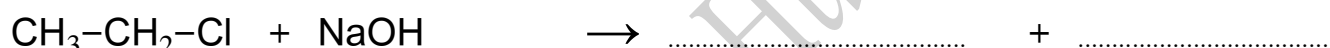
### تفاعل هاليدات الألكيل بالاستبدال :

حيث يتم خروج أيون ذرة الهالوجين السالب ( $X^-$ ) ويحل محله أنيون آخر مثل أنيون الهيدروكسيد  $OH^-$  أو أنيون الكوكسيد ( $OR^-$ ) أو أنيون الاميد ( $NH_2^-$ ) وتكون هذه الأنيونات متصلة بالصوديوم أو البوتاسيوم ليسهل تأنيها

#### ① مع [ القلويات ] القواعد ( لإنتاج الكحولات )



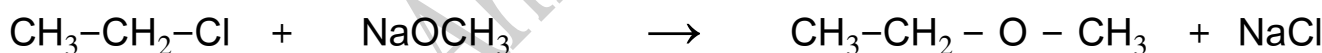
بروميد الميثيل



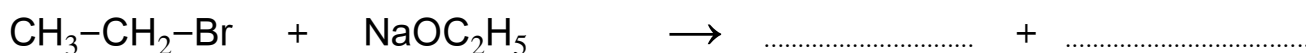
كلورو إيثان

#### ② مع الكوكسيدات : ( لإنتاج الإثيرات )

تتفاعل مع الكوكسيدات لتكوين الإثيرات المتماثلة وغير المتماثلة ويسمى هذا التفاعل بطريقة وليامسون



كلوريد الإيثيل      ميثوكسيد الصوديوم      إيثيل ميثيل إثير



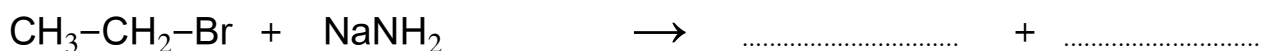
برومو إيثان      إيثوكسيد الصوديوم

#### ③ مع أميد الصوديوم ( لتحضير النيمات ) :

تتفاعل مع أميد الصوديوم ( $NaNH_2$ ) لتحضير النيمات

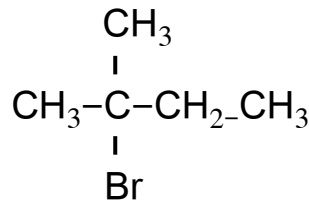
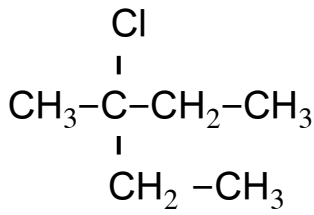


كلورو ميثان      أميد الصوديوم



برومو إيثان      أميد الصوديوم

أكتب أسماء المركبات التالية تبعاً نظام الأيوباك :



أكتب الصيغ التركيبية لكل من المركبات التالية :

① كلوريد الأيزوبروبيل .....

② 2 ، 2 - ثنائي ميثيل 1- يودوبنتان .....

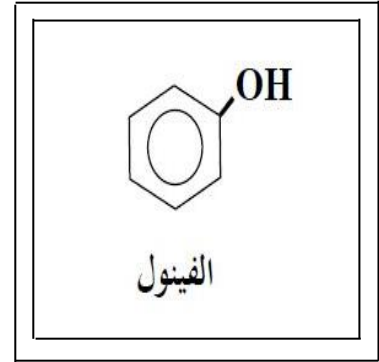
③ بروموبنتان .....

# الكحولات Alcohols

هي مركبات عضوية تتميز باحتوائها على مجموعة هيدروكسيل (OH-) أو أكثر مرتبطة بذرة كربون مشبعة

أما الفينولات :

عائلة من المركبات العضوية فيها ترتبط مجموعة الهيدروكسيل مباشرة بحلقة البنزين



علل : لا يعتبر الفينول (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub> - OH) من الكحولات بل يعتبر من عائلة الفينولات


لأن مجموعة الهيدروكسيل متصلة مباشرة بحلقة البنزين

## تسمية الكحولات ذات السلاسل المستقيمة ( بحسب نظام الأيوباك )

① نحدد أطول سلسلة كربونية متصلة تحتوي على مجموعة ( -OH )

② نرقم السلسلة من الطرف الأقرب لمجموعة ( -OH )

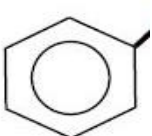
③ رقم ذرة الكربون المتصلة بمجموعة ( -OH ) + اسم الألكان + المقطع ول

اسم الكحول الشائع	صيغة الكحول	تسمية الايوباك
كلمة كحول + اسم شق الألكيل		اسم الألكان + ول
كحول الميثيل	$\text{CH}_3 - \text{OH}$	ميثانول
	$\text{C}_2\text{H}_5 - \text{OH}$ أو $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	
كحول البروبيل		
		2 - بروبانول
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	
	$  \begin{array}{c}  \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\    \\  \text{OH}  \end{array}  $	
	$  \begin{array}{c}  \text{OH} \\    \\  \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_3 \\    \\  \text{CH}_3  \end{array}  $	
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$	
	 $\text{CH}_2 - \text{OH}$	

## تسمية الكحولات ذات السلاسل الكربونية المتفرعة ( بحسب نظام الأيوباك )

اسم الكحول حسب الأيوباك	صيغة الكحول
3 , 5 - ثنائي ميثيل 1 - هكسانول	
فينيل ميثانول	
3 - إيثيل 4 - ميثيل 2 - بنتانول	
2 - فينيل 1 - إيثانول	

## تصنيف الكحولات تبعاً لنوع الشق العضوي :

الكحولات الأروماتية	الكحولات الأليفاتية المُشبعة	وجه المقارنة
هي الكحولات التي تحتوي جُزيئاتها حلقة بنزين لا تتصل مباشرة بمجموعة الهيدروكسيل	هي الكحولات التي تحتوي جُزيئاتها على سلسلة كربونية أليفاتية	التعريف
 $\text{CH}_2 - \text{OH}$	$\text{CH}_3 - \text{OH}$ $\text{C}_2\text{H}_5 - \text{OH}$	أمثلة



## تصنيف الكحولات تبعاً لعدد مجموعات الهيدروكسيل :



كحولات عديدة الهيدروكسيل

كحولات ثنائية الهيدروكسيل

كحولات أحادية الهيدروكسيل

هي الكحولات التي تتميز بوجود ثلاث مجموعات هيدروكسيل (أو أكثر) في الجزيء	هي الكحولات التي تتميز بوجود مجموعتين هيدروكسيل واحدة في الجزيء	هي الكحولات التي تتميز بوجود مجموعة هيدروكسيل واحدة في الجزيء

## تصنيف الكحولات تبعاً لنوع ذرة الكربون المرتبطة بمجموعة الهيدروكسيل -OH



كحولات ثالثة

كحولات ثانوية

كحولات أولية

هي الكحولات التي ترتبط فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون (ثالثة) متصلة بثلاث مجموعات ألكيل	هي الكحولات التي ترتبط فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون (ثانوية) متصلة بذرة هيدروجين ومجموعتي ألكيل	هي الكحولات التي ترتبط فيها مجموعة الهيدروكسيل بذرة كربون (أولية) متصلة بذرتي هيدروجين و مجموعة ألكيل أو بذرات هيدروجين

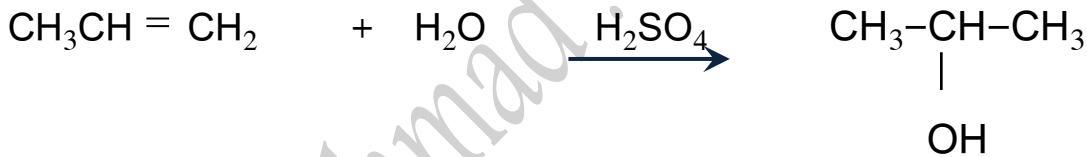
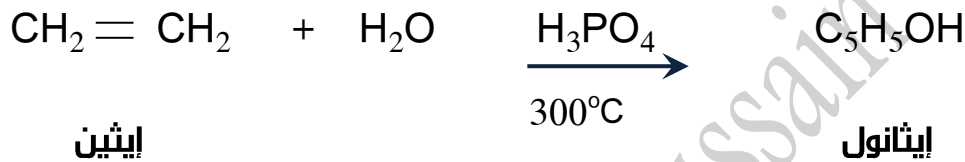
# تخصير الكحوليات

## ① إمهة الألكينات ( إضافة الماء الى الألكينات ) :

يتم ذلك في وجود وسط حمضي مثل ( حمض الكبريتيك المخفف  $H_2SO_4$  أو حمض الفوسفوريك  $H_3PO_4$  ) ويعتمد نوع الكحول الناتج على تماثل الألكين ( تبعاً لقاعدة ماركينوكوف )

عند إضافة جزئ فيه هيدروجين على ألكين ، تتم إضافة الهيدروجين الى الكربون المرتبط بالعدد الأكبر

من ذرات الهيدروجين و النصف الثاني من الجزئ الى الكربون المرتبط بالعدد الأقل من ذرات الهيدروجين

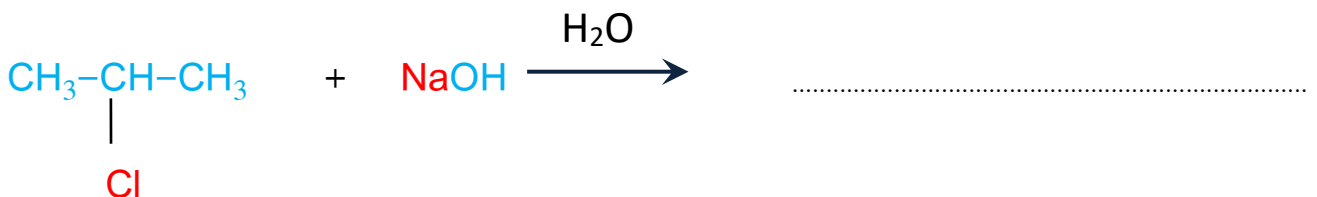
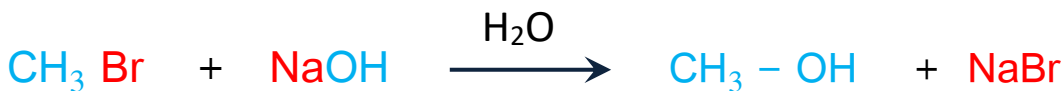


بروبين

2 - بروبانول ( كحول أيزوبروبيل )

## ② تميؤ هاليدات الألكيل ( التحلل المائي )

يتم ذلك في وجود مادة قلوية مثل ( NaOH مع التسخين )



# الخواص الفيزيائية للكحولات

① **علل** : درجة غليان الكحولات أعلى من درجة غليان الهيدروكربونات المقاربة لها في الكتلة

**لأن الكحولات تحتوي مجموعات الهيدروكسيل القطبية التي تعمل على تكوين الروابط الهيدروجينية بين جزيئاتها ، بينما الهيدروكربونات مركبات غير قطبية و قوة التجاذب بين جزيئاتها ضعيفة**

② **علل** : تزداد درجات غليان الكحولات غير المتفرعة والتي تحتوى على عدد مجموعات الهيدروكسيل نفسها بزيادة الكتلة المولية

③ **علل** : تزداد درجة غليان الكحولات بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزيء .

**لزيادة عدد الروابط الهيدروجينية التي يمكن للجزيء أن يكونها مع جزيئات كحول أخرى**

**علل** : درجة غليان الجليكول ايثيلين أكبر من درجة غليان الميثانول

**لأنه يحتوي على مجموعتين هيدروكسيل بينما الميثانول يحتوي على مجموعة هيدروكسيل واحدة و بالتالي يكون الجليكول ايثيلين روابط هيدروجينية أكثر بين جزيئاته**

④ **علل** : تذوب الكحولات ذات الكتل المولية المنخفضة والتي تحتوى على ذرة كربون أو ذرتين أو ثلاث ذرات بسهولة في الماء .

**بسبب قدرتها على تكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء**

⑤ **علل** : تقل الذوبانية في الماء بزيادة الكتلة المولية أي ( بزيادة طول السلسلة الكربونية )

**لأن طول السلسلة الكربونية يقلل من قطبية مجموعة الهيدروكسيل وبذلك لا تستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع الماء**

⑥ **علل** : تزداد ذوبانية الكحولات في الماء مع زيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزيء

**بسبب زيادة عدد الروابط الهيدروجينية التي يمكن للجزيء أن يكونها مع جزيئات الماء**

# الخواص الكيميائية للكحولات

تتميز مجموعة الهيدروكسيل في الكحولات بوجود :

① الرابطة O-H وهي رابطة قطبية تجعل من الكحول حمضاً ضعيفاً جداً

② والرابطة C-O وهي رابطة قطبية تجعل الكحول قاعدة ضعيفة جداً

و على هذا الأساس تنقسم تفاعلات الكحولات الكيميائية الى :

تفاعلات تنكسر فيها الرابطة التساهمية (C-O)

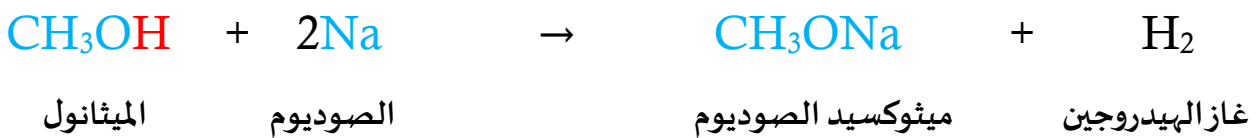
تفاعلات تنكسر فيها الرابطة التساهمية (O-H)

## أولاً : التفاعلات على الرابطة O-H :

① استبدال ذرة الهيدروجين في مجموعة OH -

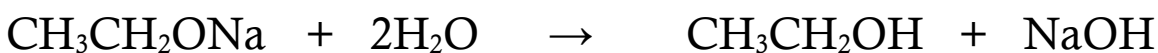
(أ) التفاعل مع الفلزات النشطة (مثل Na , K)

تتفاعل الكحولات مع الفلزات النشطة مثل (Na , K) وتتكون مركبات تسمى الكوكسيد الفلز



إذا أضفنا ناتج التفاعل السابق الى وعاء يحتوي الماء المقطر المضاف إليه نقاط من الفينول فتالين

يتغير لون المحلول الى الزهري دليل على أن الوسط قاعدي ، ويتكون أيضاً الكحول .



❖ ملاحظة : تتم تسمية أملاح الألكوكسيد بحذف المقطع "يل" من شق الألكيل وإضافة وكسيد + اسم الفلز

# تفاعلات الأكسدة



فهي يتم نزع ذرة هيدروجين من مجموعة الهيدروكسيل مع ذرة هيدروجين من ذرة الكربون

المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل فيتكون الألدريد أو الكيتون حسب نوع الكحول المستخدم "

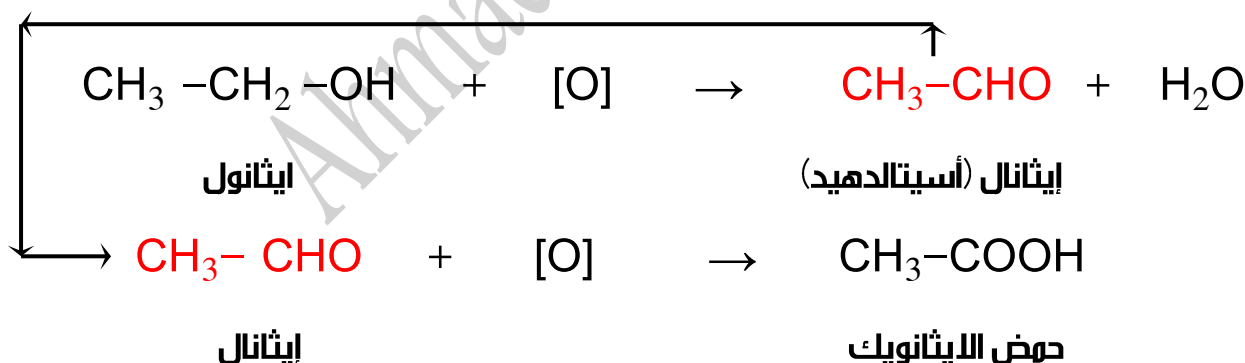
## أكسدة الكحولات الأولية

تتأكسد الكحولات الأولية بالعوامل المؤكسدة القوية مثل الأكسجين (الذري) [O] أو برمنجانات البوتاسيوم

أو ثاني كرومات البوتاسيوم المحمضة بحمض الكبريتيك المخفف على مرحلتين إلى ألدريد

وماء وباستمرار أكسدة الألدريد نحصل على الحمض الكربوكسيلي . علل تتأكسد الكحولات الأولية على مرحلتين :

**وجود ذرتين هيدروجين متصلتين بذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل**



**ملاحظة :** يمكن الحصول على الألدريد فقط وذلك بنزع الهيدروجين عند تمرير أبخرة

الكحول الأولي على نحاس مسخن درجة حرارته ( 300°C ) ويتوقف التفاعل

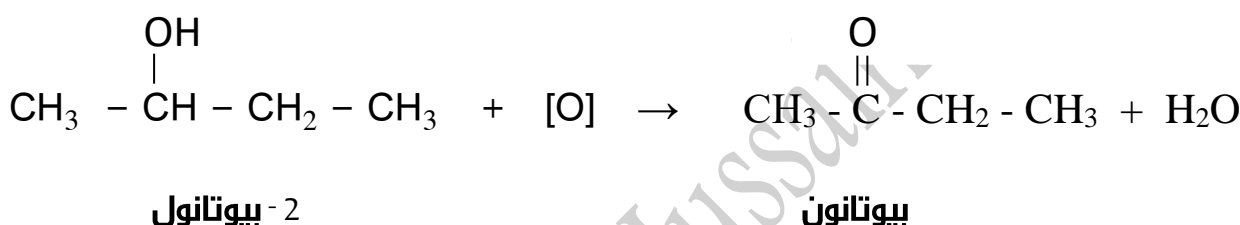
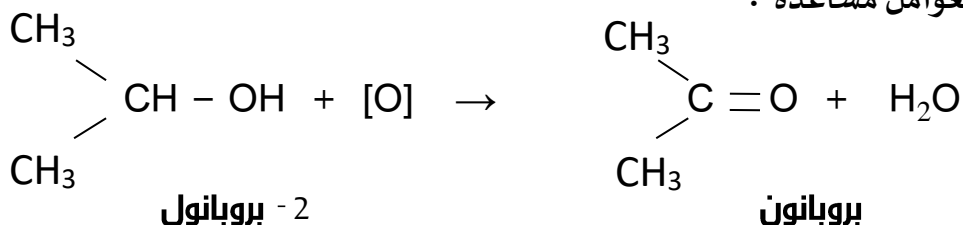


# أكسدة الكربوهيدرات الثانوية

**تتأكسد الكحولات الثانوية على مرحلة واحدة على بسبب ارتباط ذرة الكربون المتصلة بمجموعة**

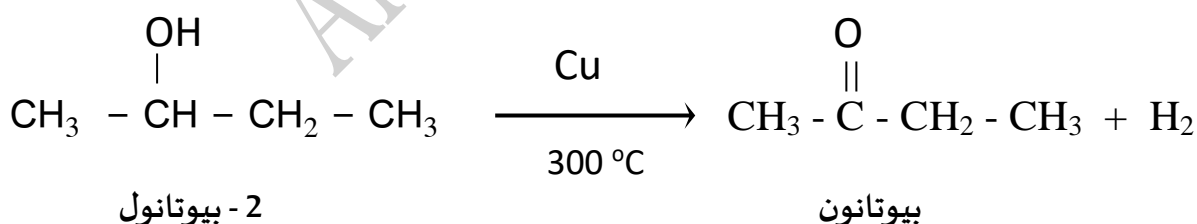
**OH- بذرة هيدروجين واحدة** حيث تتأكسد الى الكيتون المقابل في وجود برمنجنات البوتاسيوم

### وحمض الكبريتيك المخفف كعوامل مساعدة .



يمكن الحصول على الكيتون بنزع الهيدروجين من الكحول الثانوي

حيث نُمَرر أبخرة الكحول الثانوي على فلز النحاس المُسخن لدرجة  $300^{\circ}\text{C}$



## أكسدة الكحولات الثالثة

## لا تتأكسد الكحولات الثالثية عند الظروف العادية بالعوامل المؤكسدة لعدم ارتباط ذرة الكربون

## المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل ( -OH ) بذرة هيدروجين

# تفاعلات الأسترة (تكوين الإستر)

هو تفاعل الكحول مع الحمض الكربوكسيلي لتكوين الإستر والماء

يعتبر تفاعل الأسترة من التفاعلات المشهورة (حمض عضوي + كحول  $\rightarrow$  إستر + ماء)

يتم هذا التفاعل في وجود حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  المركز كمادة محفزة تعمل على نزع الماء ولتجنب التفاعل العكسي

في التفاعل تحل مجموعة ألكوكسي  $OR$  - من الكحول محل مجموعة الهيدروكسيل  $OH$  - من الحمض

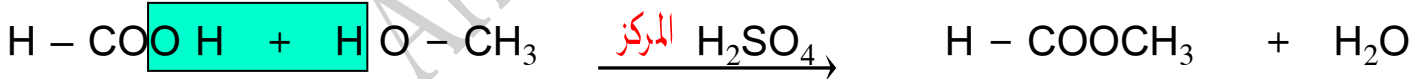
ويتكون كل من الإستر والماء .



حمض الأسيتيك

إيثانول

إستر أسيتات الإيثيل (إيثانوات الإيثيل)



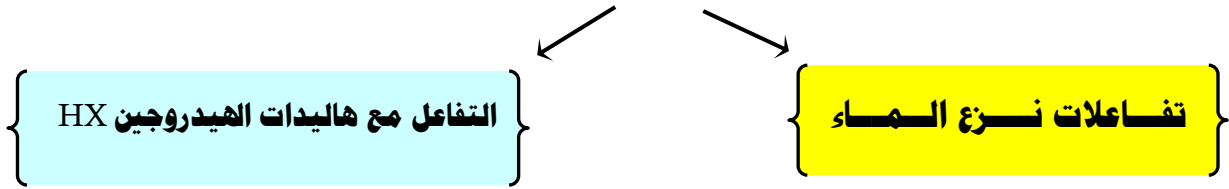
حمض الفورميك

ميثانول

إستر فورمات الإيثيل (ميثانوات الميثيل)

تتم تسمية الأسترات بكتابة اسم الحمض (الشائع أو الأيونيك) مع استبدال المقطع يك بالمقطع آت ثم اسم شق الألكيل من الكحول

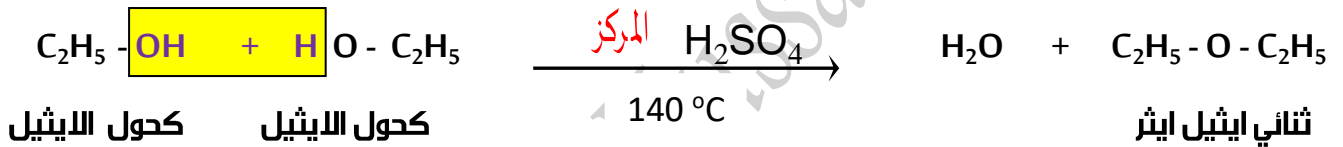
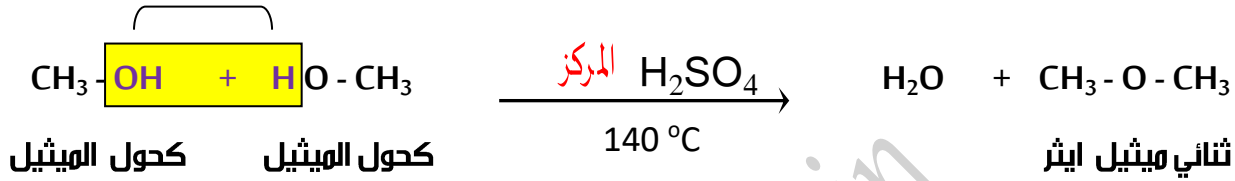
## ثانياً : التفاعلات على الرابطة C-O :



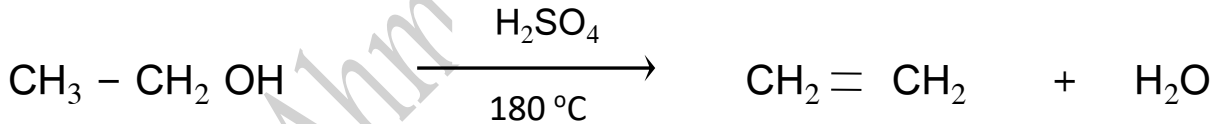
### ( أ ) تفاعلات نزع الماء :

يمكن نزع الماء من الكحولات ( OH مع ذرة H ) بتسخينها مع مادة نازعة للماء مثل ( حمض الكبريتيك المركز ) عند تسخين مخلوط مكون من الكحول وحمض الكبريتيك المركز الى الدرجة ( 140 °C ) يتم نزع مجموعة OH من

جزئ كحول ، ذرة ( H ) من مجموعة OH في جزئ كحول آخر ويتكون الايثروالماء

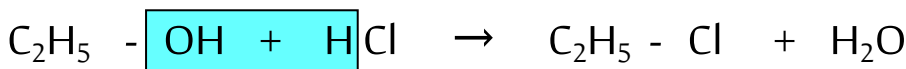


يتم نزع الماء من جزئ كحول بتسخينه عند الدرجة ( 180 °C ) مع مادة نازعة للماء مثل ( حمض الكبريتيك المركز )



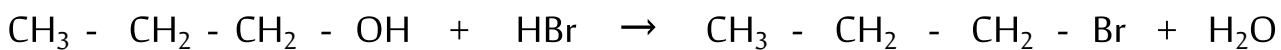
### ( ب ) التفاعل مع هاليدات الهيدروجين HX

تتفاعل الكحولات مع هاليدات الهيدروجين ( HCl , HBr , HI ) حيث يحل الهالوجين محل مجموعة الهيدروكسيل في الكحول ويتكون هاليد الألكيل R - X والماء



ايتانول

كلورو ايثان



1 - بروبانول

1 - برومو بروبان



✿ اختر الاجابة الصحيحة من بين الاجابات التالية و ذلك بوضع علامة ( ✓ ) امامها :

١ ✿ المركب 2 - كلورو 3 - ميثيل بنتان يُعتبر من هاليدات الألكيل :

☐ الاولى ☐ الثانوية ☐ الثالثة ☐ ثنائية الهالوجين

٢ ✿ الناتج الرئيسي من إضافة الماء الى 1 - بيوتين في وجود حمض الكبريتيك المخفف هو :

☐ 1 - بيوتانول ☐ 2 - بيوتانول ☐ كحول البيوتيل الثلاثي ☐ كحول البيوتيل

٣ ✿ يتفاعل بروميد الإيثيل مع إيثوكسيد الصوديوم و ينتج :

☐ ثنائي إيثيل إيثر وبروميد الصوديوم ☐ بروميد الصوديوم وكحول الإيثيل

☐ الإيثين والماء وبروميد الصوديوم ☐ البيوتانال وبروميد الصوديوم

٤ ✿ عند تفاعل هاليد الألكيل مع المحلول الهائي لهيدروكسيد الصوديوم نحصل على :

☐ الدهيد ☐ كيتون

☐ كحول ☐ ألكين

٥ ✿ عند تفاعل ١ - كلورو بروبان مع محلول هيدروكسيد الصوديوم نحصل على :

☐ ١ - بروبانول ☐ ٢ - بروبانول

☐ البروبين ☐ بروكسيد الصوديوم

٦ ✿ ينتج المركب ٢ - بروبانول عند تفاعل محلول بروميد الهيدروجين مع :

☐  $CH_3 - CH_2 - Br$  ☐  $CH_3 - CH_2 - CH_2 - Br$

☐  $CH_3 - COOH$  ☐  $CH_3 - CH - CH_3$   
Br  
|

٧ ✿ يُعتبر ٢ - بروبانول من الكحولات :

☐ الأولية أحادية الهيدروكسيل ☐ ثنائية الهيدروكسيل

☐ عديدة الهيدروكسيل ☐ الثانوية أحادية الهيدروكسيل

٨ ﴿ الجليسرول من الكحولات :

- ☐ أحادية الهيدروكسيل ☐ ثنائية الهيدروكسيل
- ☐ الأولية ☐ عديدة الهيدروكسيل

٩ ﴿ أحد الكحولات التالية يُعتبر من الكحولات الثانوية ، هو :

- ☐ الايثانول ☐ جليكول إيثيلين
- ☐ ٣ - بنتانول ☐ ١ - بروبانول

١٠ ﴿ يُعتبر كحول الأيزوبيوتيل من الكحولات :

- ☐ الأولية ☐ الثانوية
- ☐ الثالثة ☐ ثنائية الهيدروكسيل

١١ ﴿  $\text{CH}_2(\text{R})_2 - \text{OH}$  هي الصيغة العامة :

- ☐ للكحولات الثانوية ☐ للكحولات الثالثة
- ☐ للكحولات الأولية ☐ للألدهيدات

١٢ ﴿ الاسم الشائع للمركب الذي له الصيغة الكيميائية  $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{OH}$  هو :

- ☐ الفورمالدهيد ☐ كحول الإيثيل
- ☐ كحول البنز ايل ☐ الفينول

## املا الفراغات في الجمل و المعادلات التالية بما يناسبها :

١ الصيغة البنائية المكثفة لمركب بروميد أيزوبيوتيل هي .....

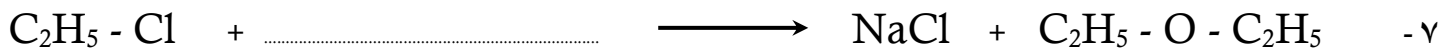
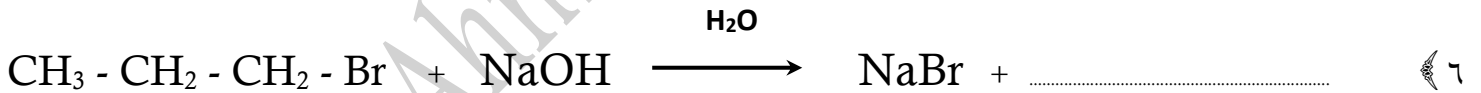
٢ - الصيغة الكيميائية للمركب العضوية الناتج من تفاعل غاز الكلور مع الايثان في وجود UV هي .....

٣ درجة غليان بروميد الميثيل ..... درجة غليان كلوريد الميثيل

٤ الصيغة العامة لهاليد الألكيل الثانوي هي .....

٥ يتفاعل 1 - برومو بروبان مع محلول هيدروكسيد الصوديوم ، و ينتج مركب عضوي صيغته .....

و الذي يُسخن مع حمض الكبريتيك المركز لدرجة 180 °C لينتج مركب عضوي يسمى .....



٨ يتفاعل كلوريد أيزوبروبيل مع أميد الصوديوم و ينتج كلوريد الصوديوم ومركب صيغته .....



## ✿ علل لكل مما يلي :

١ ✿ يعتبر المركب 2 - بروموبيوتان من هاليدات الألكيل الثانوية

٢ ✿ لا يمكن استخدام طريقة الهلجنة المباشرة للالكانات للحصول على هاليدات الألكيل النقية

٣ ✿ الهيدروكربونات الهالوجينية شحيحة الذوبان في الماء على الرغم من أنها قطبية

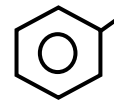
٤ ✿ درجة غليان هاليدات الألكيل أعلى بكثير من درجات غليان الالكانات التي حُضرت منها

٥ ✿ درجة غليان  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{Br}$  أعلى من درجة غليان  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{Br}$

٦ ✿ درجة غليان يوديد الإيثيل أعلى من درجة غليان كلوريد الإيثيل

٧ ✿ تُعتبر هاليدات الألكيل مواد نشطة غير مستقرة تتفاعل بسهولة

٨ ✿ لا يُعتبر الفينول  $\text{OH}$  من الكحولات على الرغم من احتوائه على مجموعة الهيدروكسيل



## وضّح بكتابة المعادلات الكيميائية ما يلي :

١ ﴿ تفاعل الايثان مع غاز الكلور في وجود الأشعة فوق البنفسجية

٢ ﴿ تفاعل 2 - كلورو 2- ميثيل بروبان مع محلول هيدروكسيد الصوديوم

٣ ﴿ تفاعل بروميد البروبيل مع إيثوكسيد الصوديوم

٤ ﴿ تفاعل 1 - بروموبروبان مع أميد الصوديوم

٥ ﴿ تفاعل كلوريد البنزائل مع محلول هيدروكسيد الصوديوم

٦ ﴿ إضافة الماء الى البروبين في وجود حمض الكبريتيك المخفف

٧ ﴿ إمالة 2 - بيوتين في وجود حمض الكبريتيك المخفف

## وضّح بكتابة المعادلات الكيميائية الرمزية كيفية الحصول على كل من :

١ - بروبانول من البروبين

٢ - الايثين من كلوروايثان

٣ - إيثيل ميثيل إيثر من بروميد الإيثيل

٤ - أيزوبروبيل أمين من 2 - بروبانول

٥ - ميثوكسيد الصوديوم من الميثانول

٦ - بنزائل أمين من بروميد البنزائل

٧ - إيثيل ميثيل إيثر من إيثوكسيد الصوديوم

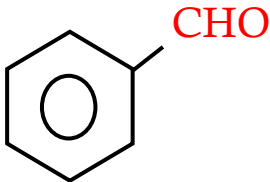
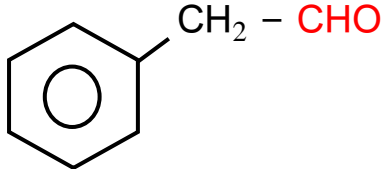
# الألدهيدات Aldehydes و الكيتونات Ketones



التعريف	هي مركبات عضوية تكون فيها ذرة كربون مجموعة الكربونيل طرفية (متصلة بذرتي كربون)	هي مركبات عضوية تكون فيها ذرة كربون مجموعة الكربونيل طرفية (متصلة بذرة هيدروجين واحدة على الأقل)
الصيغة العامة	مجموعة كربونيل غير طرفية $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{R} \end{array}$	مجموعة كربونيل طرفية $\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{R} - \text{C} - \text{H} \end{array}$

**الألدهيدات أنشط من الكيتونات كيميائياً على سبب ارتباط مجموعة الكربونيل بذرة هيدروجين**

تصنيف الألدهيدات تبعاً لنوع الشقوق العضوية المرتبطة بمجموعة الكربونيل :

الدهيدات أروماتية	الدهيدات أليفاتية
مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربونيل طرفية متصلة مباشرة بشق فينيل (أريل)	مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربونيل طرفية متصلة بذرة هيدروجين أو بشق ألكيل
Ar - CHO	R - CHO
ملاحظة : إذا لم ترتبط مجموعة الكربونيل الطرفية مباشرة بحلقة البنزين يكون الألدهيد أليفاتي	H - CHO
	CH <sub>3</sub> - CHO
	CH <sub>3</sub> - CH <sub>2</sub> - CHO
	

# تسمية الألدهيدات

الأيوباك

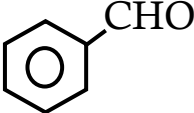
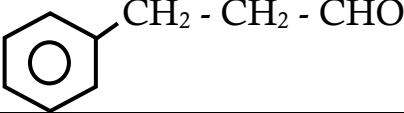
الشائعة

نشق الاسم الشائع للألدهيد من الحمض الكربوكسيلي المقابل له مع استبدال المقطع (يك) من الحمض بكلمة (ألدهيد)

الاسم الشائع للألدهيد	صيغة الألدهيد	الاسم الشائع للحمض الكربوكسيلي	صيغة الحمض الكربوكسيلي
	$H - CHO$		$H - COOH$
	$CH_3 - CHO$		$CH_3 - COOH$
			

## تسمية الألدهيدات تبعاً لنظام الأيوباك :

ملاحظة : في الألدهيدات تكون مجموعة الكربونيل طرفية حصراً لذلك لا داعي عند الترقيم أن نحدد مكانها

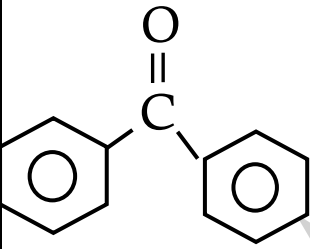
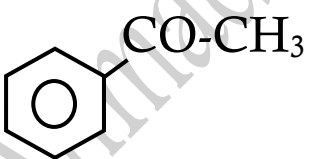
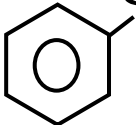
الاسم حسب الأيوباك	الصيغة الكيميائية للألدهيدات	الاسم الشائع
	$H - CHO$	
	$CH_3 - CHO$	
	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CHO$	-
	$CH_3 - CH_2 - \overset{\overset{CH_2 - CHO}{ }}{CH} - CH_2 - CH_3$	-
		
		-
	$CH_3 - \overset{\overset{C_2H_5}{ }}{CH} - CH_2 - \underset{\underset{CH_3}{ }}{CH} - CHO$	-



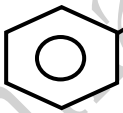
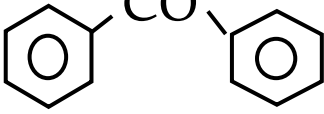
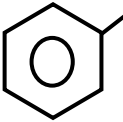
# الكيتونات Ketones

تصنيف الكيتونات تبعاً لنوع الشقوق العضوية المرتبطة بمجموعة الكربونيل :



كيتونات أروماتية	كيتونات أليفاتية
$\text{Ar} - \text{CO} - \text{Ar}$ $\text{Ar} - \text{CO} - \text{R}$	$\text{R} - \text{CO} - \text{R}$ <p><b>ملاحظة :</b> إذا لم ترتبط مجموعة الكربونيل مباشرة بحلقة البنزين يكون الكيتون أليفاتي</p>
<p>هي مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربونيل متصلة بشقي فينيل أو بشق فينيل وشق ألكيل</p>	<p>هي مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربونيل متصلة بشقي ألكيل</p>
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div>	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$
	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$
	$\text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$ 

# تسمية الكيتونات

الاسم الشائع	صيغة الكيتون	الاسم الأيوباك
حسب الترتيب الابجدي + كلمة كيتون		اسم الالكان + المقطع ون
	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_3$	
	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	
	$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3$	
	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{C}_3\text{H}_7$	
	$\text{CH}_3 - \text{CO} - \text{C}_4\text{H}_9$	
	 $\text{CO} - \text{CH}_3$	
		
-	 $\text{CH}_2 - \text{CO} - \text{CH}_3$	
-	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\    \quad   \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_3 \end{array}$	
-	$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \quad \text{O} \\   \quad    \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH} - \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	

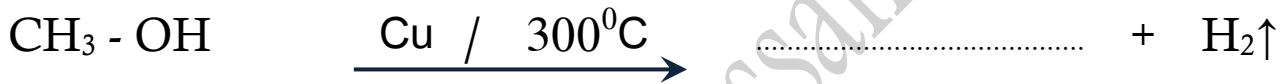
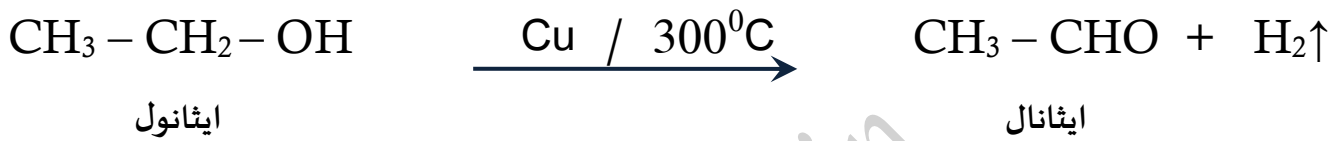
# تُحضير الألدِهيدات والكيتُونات

## تُحضير الألدِهيدات

### نُحضر الألدِهيدات بأكسدة الكحولات الأولية

(نُمرر أبخرة الكحول الأولى على فلز النحاس المسخن لدرجة  $300^{\circ}\text{C}$  حيث يتحول الكحول الأولي إلى

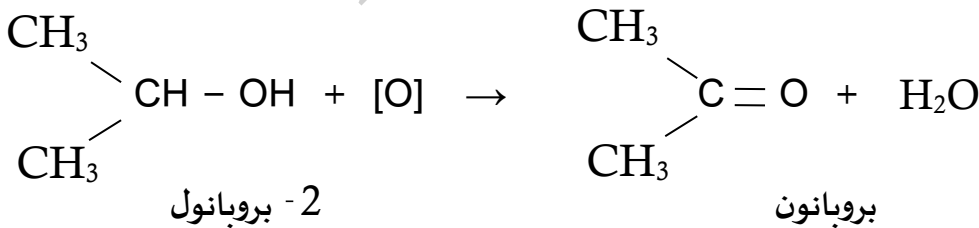
الألدِهيد المقابل ويتصاعد غاز الهيدروجين)



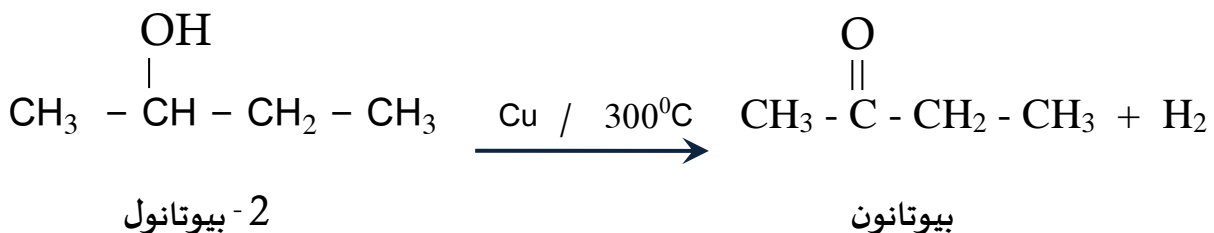
## تُحضير الكيتُونات

### نُحضر الكيتُونات بأكسدة الكحولات الثانوية

❖ تتأكسد الكحولات الثانوية بالعوامل المؤكسدة أو الأكسجين ويتكون الكيتون المقابل والماء



❖ وأيضاً نحصل على الكيتونات بإمرار أبخرة الكحولات الثانوية على النحاس المسخن حيث يتم نزع الهيدروجين من الكحول الثانوي



# الخواص الفيزيائية للألدهيدات والكيثونات

① جميع الألدهيدات والكيثونات توجد في الحالة السائلة عند درجة حرارة الغرفة ماعدا الفورمالدهيد فهو غاز

② مجموعة الكربونيل في الألدهيدات والكيثونات قطبية . ( **علل** )

➡ " لوجود فرق في السالبية الكهربائية بين الكربون والأكسجين "

③ درجات غليان الألدهيدات والكيثونات أعلى من درجات غليان الهيدروكربونات والإثيرات المقاربة

لها في الكتل المولية . ( **علل** )

➡ " بسبب احتواء الألدهيدات والكيثونات على مجموعة الكربونيل القطبية "

④ درجات غليان الألدهيدات والكيثونات أقل من درجات غليان الكحولات المقاربة لها في الكتل المولية . ( **علل** )

➡ لعدم قدرة الألدهيدات والكيثونات على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاتها رغم وجود مجموعة الكربونيل القطبية بينها

تستطيع الكحولات تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاتها لاحتوائها على مجموعة الهيدروكسيل القطبية

⑤ تذوب الألدهيدات والكيثونات ذات الكتل المولية المنخفضة (تحتوى على أقل من ٤ ذرات كربون)

في الماء بنسب مختلفة . ( **علل** )

➡ " لقدرتها على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاتها وجزيئات الماء "

⑥ تقل الذوبانية بزيادة الكتل المولية لها أى بزيادة عدد ذرات الكربون في الجزيء .

# الخواص الكيميائية للألدهيدات والكيثونات

تفاعلات الأكسدة

تفاعلات الاختزال (الإضافة)

تتميز مجموعة الكربونيل بما يلي :

① وجود رابطة باي  $\pi$  بين ذرتي الكربون والأكسجين .

② وجود رابطة تساهمية ثنائية قطبية مع زوجين من إلكترونات التكافؤ غير المشاركة في ذرة

الأكسجين ما يعطي مركبات مجموعة الكربونيل خواص القاعدة الضعيفة .

③ مجموعة الكربونيل في الألدهيدات والكيثونات قطبية (علل)

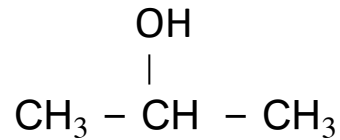
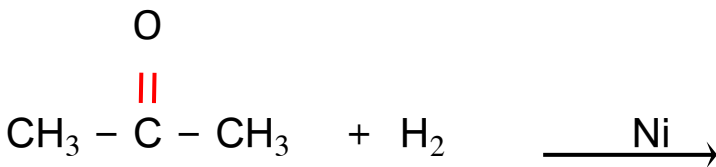
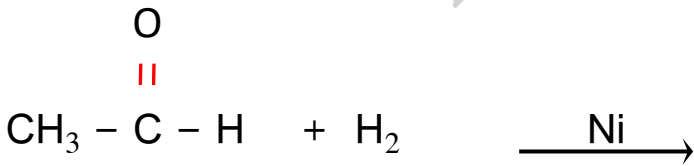
بسبب وجود فرق في السالبية الكهربائية بين الكربون والأكسجين .

❖ **تفاعل الاختزال : (إضافة الهيدروجين )** ( تتم الإضافة بعد كسر الرابطة  $\pi$  في مجموعة الكربونيل )

تختزل الألدهيدات والكيثونات بإضافة الهيدروجين بوجود عامل مساعد ساخن مثل ( النيكل أو البلاتين )

**تُختزلُ الألدهيدات الى كحولات أولية**

**تُختزلُ الكيثونات الى كحولات الثانوية**



الأسيتون

كحول الأيزوبروبيل

## تفاعلات الأكسدة ( فقط للألدهيدات )

تتأكسد الألدهيدات بسهولة بالعوامل المؤكسدة (علل)

لارتباط مجموعة الكربونيل بذرة هيدروجين نشطة تتأكسد بسهولة الى مجموعة هيدروكسيل (OH) حيث تتأكسد الألدهيدات الى الأحماض الكربوكسيلية المقابلة

أما الكيتونات لا تتأكسد في الظروف العادية لأن الرابطة C - C تحتاج طاقة عالية لكسرها

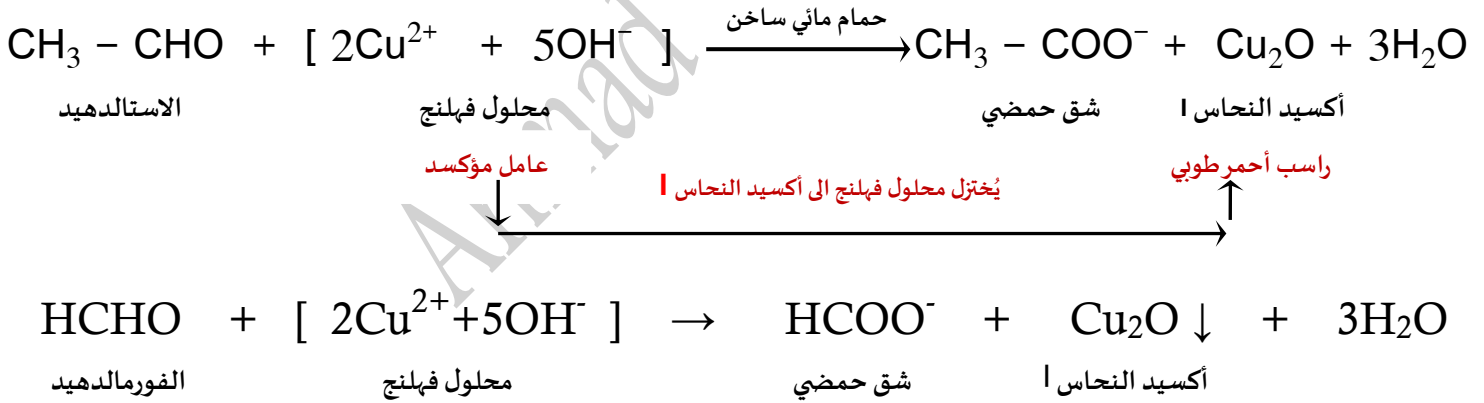
تتأكسد الألدهيدات باستخدام العوامل المؤكسدة القوية مثل برمنجنات البوتاسيوم  $\text{KMnO}_4$

أو باستخدام المؤكسدات الضعيفة مثل :



**أولاً :** مع محلل فهلنج ( بندكت ) يتأكسد الألدهيد الى الحمض الكربوكسيلي المقابل

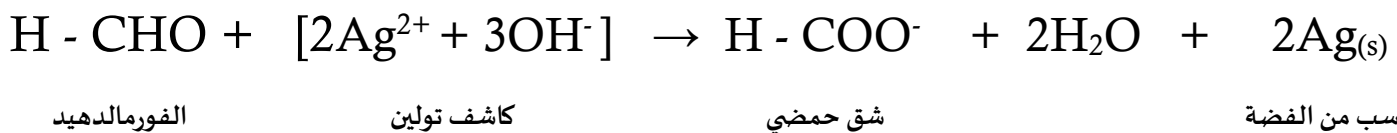
محلل فهلنج ( خليط من محلول كبريتات النحاس II و محلول طرطرات الصوديوم والبوتاسيوم )



**ثانياً :** أكسدة الألدهيدات بمكاشف تولن :

يتكون كاشف تولن من ( نترات الفضة الأمونيومي  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{NO}_3$  )

يعمل الألدهيد على اختزال كاتيون (Ag<sup>+</sup>) الموجود بمكاشف تولن الى ذرات الفضة تترسب على جدران الأنبوبة مكونة مرآة الفضة و تتأكسد الألدهيدات الى الأحماض الكربوكسيلية





# الأحماض الكربوكسيلية Carboxylic Acids



هي مركبات عضوية تتميز بوجود مجموعة كربوكسيل أو أكثر كمجموعة وظيفية

الأحماض الكربوكسيلية (العضوية)	الأحماض غير العضوية		
أكثر حمضية (تعطي البروتون بسهولة)	أقل حمضية	الحمضية	
ضعيفة	قوية	قوة الحمض	
حمض الاسيتيك $\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{HCl}$ , $\text{H}_2\text{SO}_4$ , $\text{HNO}_3$	مثال	

المجموعة الوظيفية في الأحماض الكربوكسيلية هي مجموعة الكربوكسيل  $(\text{R} - \overset{\text{O}}{\parallel} \text{C} - \text{OH})$   $\text{R} - \text{COOH}$

**علل** تسمى المجموعة الوظيفية في الأحماض الكربوكسيلية بمجموعة الكربوكسيل  $\text{R} - \text{COOH}$

لأنها تتكون من مجموعة كربونيل  $-\overset{\text{O}}{\parallel} \text{C}-$  متصلة بمجموعة هيدروكسيل  $-\text{OH}$

الصيغة الجزيئية العامة للأحماض الأليفاتية المشبعة أحادية الكربوكسيل  $\text{C}_n\text{H}_{2n}\text{O}_2$

## تصنيف الأحماض الكربوكسيلية

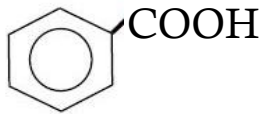
أحماض كربوكسيلية أروماتية  $\text{Ar} - \text{COOH}$

أحماض كربوكسيلية أليفاتية  $\text{R} - \text{COOH}$

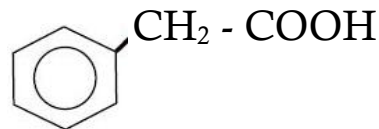
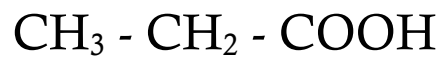
مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل متصلة مباشرة بشق الفينيل  
أما إذا لم ترتبط مباشرة بحلقة البنزين يكون الحمض الكربوكسيلي أليفاتي

مركبات عضوية تحتوي على مجموعة كربوكسيل




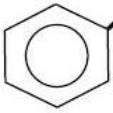
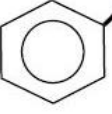
متصلة بسلسلة كربونية



حمض البنزويك (فينيل ميثانويك)  
هو أبسط الأحماض الكربوكسيلية



# تسمية الأحماض الكربوكسيلية

التسمية الشائعة	صيغة الحمض الكربوكسيلي	تسمية الأيونات
يُشتق الاسم الشائع للحمض بحسب مصدره النباتي أو الحيواني	كلمة حمض + اسم اللكان + المقطع ويك	
النهمل الأحمر	حمض الفورميك 	$H - COOH$
الخل	حمض الأسيتيك	$CH_3 - COOH$
الزبدقة 	حمض البيوتيريك	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$
النخيل 	حمض البالهتيك	$CH_3 - (CH_2)_{14} - COOH$
حمض البنزويك	 $COOH$	
عند تسمية الاحماض الكربوكسيلية التي تحتوي سلاسل متفرعة نختار أطول سلسلة تحتوي على مجموعة الكربوكسيل و نبدأ الترقيم منها		
	 $CH_2 - COOH$	
	$CH_2 - COOH$   $CH_3 - CH_2 - CH - CH_2 - CH_3$	
	$C_2H_5$   $CH_3 - CH - CH_2 - CH - COOH$   $C_2H_5$	

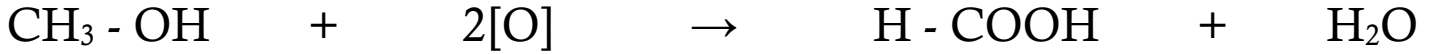


# تخضير الأحماض الكربوكسيلية

أكسدة الألديدات

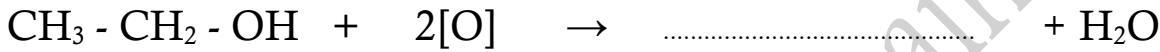
الأكسدة التامة للكحولات الأولية

① الأكسدة التامة للكحولات الأولية بالعوامل المؤكسدة مثل برمنجنات البوتاسيوم المحمضة أو بالأكسجين



كحول الميثيل

حمض الميثانويك ( الفورميك )

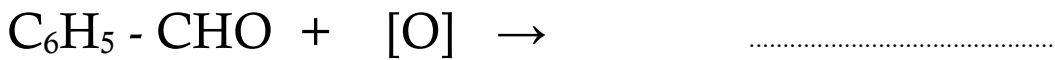


② أكسدة الألديدات :



الأسيتالدهيد

حمض الأسيتيك



البنزالدهيد

# الخواص الفيزيائية للأحماض الكربوكسيلية

① الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية التي تحتوي على ( 1-4 ) ذرات كربون تذوب في الماء **علل**

لأنها تكون روابط هيدروجينية مع الماء

② الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية التي تحتوي على ( 5-9 ) ذرات كربون هي سوائل ثقيلة

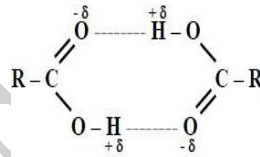
③ الأحماض الكربوكسيلية الأليفاتية التي تحتوي على 10 ذرات كربون فما فوق تكون في الحالة الصلبة

④ تقل ذوبانية الاحماض الكربوكسيلية في الماء بزيادة كتلتها الجزيئية **علل**

لأنه بزيادة الكتلة الجزيئية (زيادة عدد ذرات الكربون) تقل فعالية و قطبية مجموعة الكربوكسيل

⑤ درجات غليان الاحماض الكربوكسيلية أعلى بكثير من درجة غليان الكحولات والتي لها كتل جزيئية متقاربة **علل**

لأن الأحماض الكربوكسيلية تحتوي على مجموعة الكربوكسيل والتي تتكون من ( مجموعتي الكربونيل و الهيدروكسيل ) القادرتين على تكوين رابطتين هيدروجينيتين بين كل جزئي حمض و تكون قادرة على تكوين شكل حلقي



أما الكحولات تحتوي على مجموعة هيدروكسيل فقط و التي تكون رابطة هيدروجينية واحدة فقط بين جزئي كحول



⑥ **تزداد** درجات غليان الأحماض الكربوكسيلية المتشابهة في التركيب **بزيادة** الكتل الجزيئية لها أي بزيادة عدد ذرات

الكربون في الجزئ

# الخواص الكيميائية للأحماض الكربوكسيلية

تفاعلات الاستبدال

الخواص الحمضية

تكوين الأملاح الكربوكسيلية :

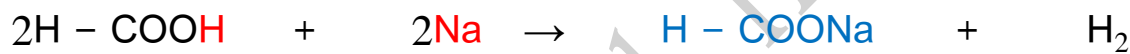
يتكون الملح الكربوكسيلي نتيجة إحتلال ذرة فلز محل ذرة هيدروجين مجموعة الكربوكسيل :

غاز الهيدروجين

ملح

فلز

الحمض الكربوكسيلي



①

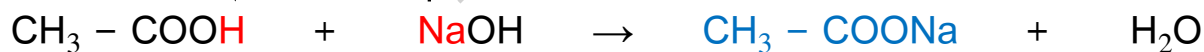
ماء

ملح

(هيدروكسيد الفلز)

قاعدة

الحمض الكربوكسيلي



②

غاز ثاني أكسيد الكربون

ماء

ملح

كربونات الفلز

الحمض الكربوكسيلي



③