

تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الكويتية



الملف دليل شامل لمبادئ الكيمياء العامة والعضوية من الأملاح والغازات إلى المجموعات الوظيفية والتفاعلية

[موقع المناهج](#) ⇌ [ملفات الكويت التعليمية](#) ⇌ [الصف الثاني عشر العلمي](#) ⇌ [كيمياء](#) ⇌ [الفصل الأول](#)

روابط مواقع التواصل الاجتماعي بحسب الصف الثاني عشر العلمي



روابط مواد الصف الثاني عشر العلمي على تلغرام

الرياضيات	اللغة الانجليزية	اللغة العربية	التربية الاسلامية
---------------------------	----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------

المزيد من الملفات بحسب الصف الثاني عشر العلمي والمادة كيمياء في الفصل الأول

بنك اسئلة التوجيه لعام 2018	1
خرائط مفاهيم ع العصماء 2018	2
بنك اسئلة حل باب الاحماض والقواعد	3
بنك اسئلة الوحدة الأولى الغازات	4
درس قوة الاحماض والقواعد في مادة الكيمياء	5

1- يعتبر كلوريد الصوديوم NaCl من الأملاح المتعادلة .

لأنه ملح ناتج من تفاعل حمض قوي (HCl) مع قاعدة قوية (NaOH)



2- يعتبر ملح أسيتات الصوديوم من الأملاح القاعدية.

لأنه ملح ناتج من تفاعل حمض ضعيف (CH₃COOH) مع قاعدة قوية (NaOH)



3- يعتبر ملح كلوريد الأمونيوم من الأملاح الحمضية

لأنه ملح ناتج من تفاعل حمض قوي (HCl) مع قاعدة ضعيفة (NH₃)



4- يعتبر ملح أسيتات الأمونيوم من الأملاح المتعادلة

لأنه ملح ناتج من تفاعل حمض ضعيف (CH₃COOH) مع قاعدة ضعيفة (NH₃) و قيمة Ka = Kb



4 لا يعتبر ملح كلوريد الأمونيوم (NH₄Cl) من الأملاح الهيدروجينية على الرغم من احتوائه على هيدروجين .

لأن شقه الحمضي وهو الكلوريد (Cl-) لا يحتوي على هيدروجين بدول .

5 يعتبر ملح كبريتات الصوديوم الهيدروجينية (NaHSO₄) من الأملاح الهيدروجينية .

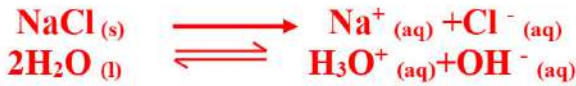
لأن شقه الحمضي وهو الكبريتات الهيدروجينية (HSO₄-) يحتوي على هيدروجين بدول .

1- اشتهرت مركبات كربونات الكالسيوم وكربونات المغنيسيوم وبيكربونات الصوديوم بأنها أملاح مضادة للحموضة. لأن محاليلها لها خواص قاعدية حيث تعادل فائض حمض الهيدروكلوريك في المعدة فتقلل الحموضة .

❗ لا يتميؤ أنيون الكلوريد Cl^- في الماء .
❗ لا يتميؤ كاتيون الصوديوم Na^+ في الماء .
لأنه يشتق من حمض قوي
لأنه يشتق من قاعدة قوية

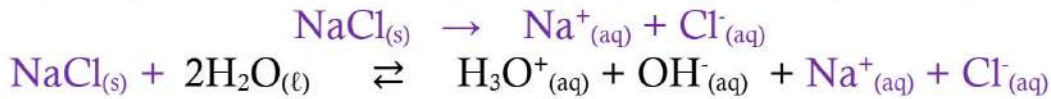
2- المحلول المائي لملح كلوريد الصوديوم $NaCl$ متعادل التأثير ($pH = 7$) عند $25^\circ C$.

يتفكك كلوريد الصوديوم كلياً في الماء



لا تتميؤ أيونات Na^+ , Cl^- لأنها مشتقة من حمض قوي وقاعدة قوية فيظل $[OH^-] = [H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} M$
والأس الهيدروجيني للمحلول pH يساوي 7 عند $25^\circ C$

علل : يبقى تركيز كاتيونات $[H_3O^+]$ مساوياً لتركيز أنيونات $[OH^-]$ عند ذوبان $NaCl$ في الماء ($pH = 7$)



لأن ملح كلوريد الصوديوم يتكون من :

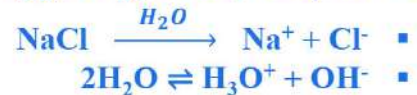
① (Na^+) مشتق من قاعدة قوية ، لا يتفاعل مع الماء (لا يتميؤ)

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

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

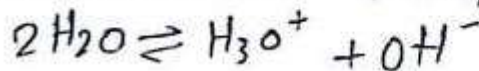
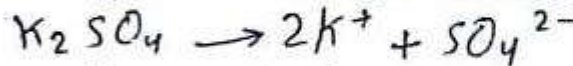
❗ تركيز كاتيون الصوديوم وأنيون الكلوريد في محلول كلوريد الصوديوم $NaCl$ تركيزه $0.1 M$ يساوي $0.1 M$

▪ لأنه ملح ناتج من تفاعل حمض قوي HCl مع قاعدة قوية $NaOH$
▪ فلا يحدث يحدث تميؤ لكاتيون الصوديوم وأنيون الكلوريد فلا يتغير تركيزهم



1- يعتبر المحلول المائي لملح كبريتات البوتاسيوم متعادل التأثير.

لأنه ملح مشتق من قاعدة قوية وحمض قوي



محلول أسيتات الصوديوم CH_3COONa قلوي التأثير (الأس الهيدروجيني pH أكبر من 7)

أو : تركيز أيونات الأسيتات أقل من تركيز أيونات الصوديوم في محلول أسيتات الصوديوم ؟

3- محلول ملح أسيتات الصوديوم CH_3COONa قاعدي التأثير ($\text{pH} < 7$) عند 25°C .

يتفكك أسيتات الصوديوم كلياً في الماء



يتمياً أنيون الأسيتات CH_3COO^- لأنه مشتق من حمض ضعيف وينتج حمض الأسيتيك الضعيف



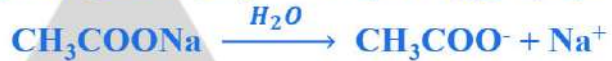
فيزداد تركيز أنيون الهيدروكسيد ويصبح $[\text{OH}^-] > [\text{H}_3\text{O}^+]$ والأس الهيدروجيني للمحلول أكبر من 7

لا يتمياً كاتيون الصوديوم Na^+ لأنه مشتق من قاعدة قوية.

❶ تركيز أنيون الأسيتات CH_3COO^- في محلول أسيتات الصوديوم تركيزه 0.1 M أقل من 0.1 M .

▪ لأنه ملح ناتج من تفاعل قاعدة قوية NaOH مع حمض ضعيف CH_3COOH

▪ فيتمياً أنيون الأسيتات الناتج من الحمض الضعيف فيقل تركيزه في المحلول



5- تركيز أنيون الفورمات $\text{HCOO}^-_{(aq)}$ أقل من تركيز كاتيون الصوديوم $\text{Na}^+_{(aq)}$ في المحلول المائي

لفورمات الصوديوم (HCOONa).

لان فورمات الصوديوم ملح ناتج من تفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية وعند ذوبانه في الماء يتفكك والماء يتأين



يتمياً أيون الفورمات لأنه مشتق من حمض ضعيف لينتج حمض الفورميك الضعيف وأنيون الهيدروكسيد



ونظراً لتميؤ (HCOO^-) يكون تركيزه أقل من تركيز كاتيون الصوديوم Na^+ الذي لا يتمياً لأنه مشتق من قاعدة قوية.

تركيز أيونات الأمونيوم أقل من تركيز أيونات الكلوريد في محلول كلوريد الأمونيوم ؟

4- محلول ملح كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) حمضي التأثير (الأس الهيدروجيني له $\text{pH} < 7$) عند 25°C .

يتفكك كلوريد الأمونيوم كلياً في الماء



يتمياً كاتيون الأمونيوم NH_4^+ لأنه مشتق من قاعدة ضعيفة وينتج الأمونيا

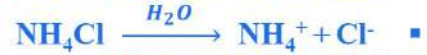


فيزداد تركيز كاتيون الهيدرونيوم ويصبح $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$ والأس الهيدروجيني للمحلول أقل من 7

لا يتمياً أنيون الكلوريد Cl^- لأنه مشتق من حمض قوي

❑ تركيز كاتيون الأمونيوم NH_4^+ في محلول كلوريد الأمونيوم تركيزه 0.1 M أقل من 0.1 M .

- لأنه ملح ناتج من تفاعل حمض قوي HCl مع قاعدة ضعيفة NH_3
- فيتمياً كاتيون الأمونيوم الناتج من القاعدة الضعيفة فيقل تركيزه



ملاحظة هامة: لا تنمياً الشقوق الناتجة عن حمض أو قاعدة قوية مع الماء ، الذي يتميؤ فقط هي الشقوق الناتجة عن حمض أو قاعدة ضعيفة .

علل عندما يُصَبِّحُ المَحْلُولُ مُشَبَّعاً يَتَوَقَّفُ المَذَابُ عن الذوبان ، وَلَكِنْ هَذَا لَا يَعْنِي أَنَّهُ فِي حَالَةِ سُكُونٍ لِأَنَّ عَدَدَ مِنْ جُسَيْمَاتِ المَذَابِ تَذُوبُ فِي المَحْلُولِ وَفِي نَفْسِ الوَقْتِ فَإِنَّ عَدَدَ مَسَاوِيَا مِنْ الجُسَيْمَاتِ الذَّائِبَةِ تصطدم بالمادة الصلبة المتبقية في قاع الإناء وتترسب. وتوصف هذه الحالة بحالة الاتزان الديناميكي

علل: يوجد المحلول المشبع في حالة اتزان ديناميكي؟

ج: لأن عدداً من جسيمات المذاب يذوب في المحلول. وفي الوقت نفسه، فإن عدداً مساوياً من الجسيمات الذائبة يصطدم بالمادة الصلبة المتبقية في قاع الإناء وتترسب. توصف هذه الحالة بحالة اتزان ديناميكي، وهي الحالة التي يكون فيها معدل ذوبان المذاب مساوياً تماماً لمعدل الترسيب .

محلول \Rightarrow مذيب + مذاب

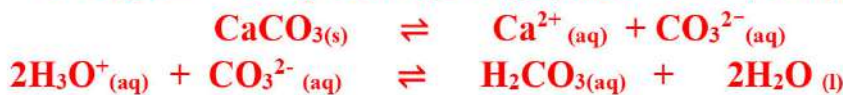
1- يذوب راسب هيدروكسيد المنجنيز $Mn(OH)_2$ شحيح الذوبان في الماء في محلوله المشبع المتزن عند إضافة حمض الهيدروكلوريك (HCl) إليه.

لأن أنيون الهيدروكسيد الموجود في المحلول المشبع يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكوناً معه (الماء) الكتروليت ضعيف التأين ، فيصبح الحاصل الأيوني لهيدروكسيد المنجنيز $[Mn^{2+}] [OH^-]^2$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) فيختل الاتزان ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي فيذوب

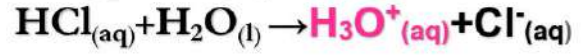
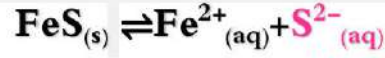


2- يذوب راسب كربونات الكالسيوم ($CaCO_3$) شحيح الذوبان في الماء في محلوله المشبع المتزن عند إضافة حمض النيتريك (HNO_3) إليه.

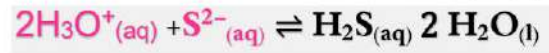
لأن أنيون الكربونات الموجود في المحلول المشبع يتحد مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكوناً معه (حمض الكربونيك) الكتروليت ضعيف التأين ، فيصبح الحاصل الأيوني لكربونات الكالسيوم $[Ca^{2+}] [CO_3^{2-}]$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) فيختل الاتزان ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي فيذوب



علل : يذوب كبريتيد الحديد FeS شحيح الذوبان في الماء عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إليه

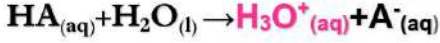


يتحد أنيون الكبريتيد في المحلول مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكونا إلكتروليت ضعيف (الماء وحمض الهيدروكبريتيك)

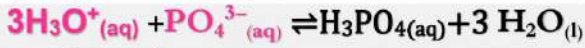


يحدث خلل في الاتزان في المحلول و تصبح قيمة الحاصل الأيوني Q أقل من ثابت حاصل الإذابة K_{sp} ولإعادة الاتزان يذوب كبريتيد الحديد

علل : ذوبانية فوسفات الباريوم في الماء تزداد بإضافة حمض



يتحد أنيون الفوسفات في المحلول مع كاتيون الهيدرونيوم من الحمض المضاف مكونا إلكتروليت ضعيف (الماء وحمض الفوسفوريك)



يحدث خلل في الاتزان في المحلول و تصبح قيمة الحاصل الأيوني Q أقل من ثابت حاصل الإذابة K_{sp} ولإعادة الاتزان يذوب المزيد من فوسفات الباريوم

3- يذوب راسب هيدروكسيد النحاس Cu(OH)_2 شحيح الذوبان في الماء في محلول المشبع المتزن عند إضافة محلول الأمونيا (NH_3) إليه.

لان كاتيون النحاس II الموجود في المحلول المشبع يتحد مع الأمونيا مكونا معها كاتيون النحاس الأموني المتراب $[\text{Cu(NH}_3)_4]^{2+}$ وهو أيون ثابت ، فيصبح الحاصل الأيوني لهيدروكسيد النحاس II $[\text{Cu}^{2+}] [\text{OH}^{-}]^2$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) فيختل الاتزان ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي فيذوب



4- يذوب راسب كلوريد الفضة (AgCl) شحيح الذوبان في الماء في محلول المشبع المتزن عند إضافة محلول الأمونيا (NH_3) إليه.

لان كاتيون الفضة الموجود في المحلول المشبع يتحد مع الأمونيا مكونا معها كاتيون الفضة الأموني المتراب $[\text{Ag(NH}_3)_2]^+$ وهو أيون ثابت ، فيصبح الحاصل الأيوني لكلوريد الفضة $[\text{Ag}^+] [\text{Cl}^{-}]$ أقل من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) فيختل الاتزان ويزاح موضع الاتزان في الاتجاه الطردي فيذوب



5- تترسب كربونات الكالسيوم (CaCO_3) من المحلول المشبع عند إضافة محلول كلوريد الكالسيوم (CaCl_2).

كربونات الكالسيوم في المحلول المشبع تكون في حالة اتزان

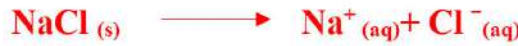


فعند إضافة كلوريد الكالسيوم يعمل على زيادة تركيز كاتيون الكالسيوم المشترك ، وبالتالي تصبح قيمة الحاصل الايوني (Q) لكربونات الكالسيوم $[\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الاذابة (K_{sp}) ، فيختل الاتزان ويتجه النظام نحو الاتجاه العكسي مسببا بذلك ترسيب بعضا من CaCO_3 الذائب في المحلول.

علل ذوبان AgCl في محلول يحتوي على NaCl يكون أقل من ذوبانه في الماء النقي

6- يترسب كلوريد الفضة (AgCl) من محلوله المشبع عند إضافة محلول كلوريد الصوديوم (NaCl) إليه.

كلوريد الفضة في محلوله المشبع يكون في حالة اتزان



فعند إضافة كلوريد الصوديوم يعمل على زيادة تركيز أنيون الكلوريد المشترك ، وبالتالي تصبح قيمة الحاصل الايوني (Q) لكلوريد الفضة $[\text{Ag}^{+}][\text{Cl}^{-}]$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الاذابة (K_{sp}) ، فيختل الاتزان ويتجه النظام نحو الاتجاه العكسي مسببا بذلك ترسيب بعضا من كلوريد الفضة الذائب في المحلول.

7- يترسب هيدروكسيد المغنسيوم $\text{Mg}(\text{OH})_2$ من محلوله المشبع عند إضافة (NaOH) إليه.

هيدروكسيد المغنسيوم في محلوله المشبع يكون في حالة اتزان



فعند إضافة هيدروكسيد الصوديوم يعمل على زيادة تركيز أنيون الهيدروكسيد المشترك ، وبالتالي تصبح قيمة الحاصل الايوني (Q) لهيدروكسيد المغنسيوم $[\text{Mg}^{2+}][\text{OH}^{-}]^2$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الاذابة (K_{sp}) ، فيختل الاتزان ويتجه النظام نحو الاتجاه العكسي مسببا بذلك ترسيب بعضا من هيدروكسيد المغنسيوم الذائب في المحلول.

8- تترسب كبريتات الكالسيوم (CaSO_4) من محلولها المشبع المتزن عند إضافة محلول كبريتات الصوديوم

(Na_2SO_4) إليه.

كبريتات الكالسيوم في محلولها المشبع تكون في حالة اتزان



فعند إضافة كبريتات الصوديوم يزداد تركيز أنيون الكبريتات SO_4^{2-} المشترك ، وبالتالي تصبح قيمة الحاصل الايوني (Q) لكبريتات الكالسيوم $[\text{Ca}^{2+}][\text{SO}_4^{2-}]$ أكبر من قيمة ثابت حاصل الاذابة (K_{sp}) ، ويختل الاتزان ويزاح بالاتجاه العكسي مسببا بذلك ترسيب بعضا من كبريتات الكالسيوم الذائب في المحلول.

علل ذوبان AgCl فى محلول يحتوى على AgNO₃ يكون أقل من ذوبانه فى الماء النقى
علل يترسب كلوريد الفضة عند إضافة نترات الفضة (AgNO₃) إلى المحلول المشبع لكلوريد الفضة :



أ. **يزداد تركيز كاتيون الفضة (Ag⁺) المشترك .**

ب. **يصبح قيمة الحاصل الأيوني (Q) لكلوريد الفضة [Ag⁺]x [Cl⁻] أكبر من قيمة ثابت حاصل الإذابة (K_{sp}) له .**

ج. **يختل الاتزان ويتجه النظام نحو الاتجاه العكسي مسبباً بذلك ترسيب بعض من AgCl الذائب فى المحلول .**

علل : ذوبان كلوريد الفضة فى محلول نترات الفضة أقل

من ذوبانها فى الماء (يمكن ترسيب كلوريد الفضة من

محلوله المشبع المتزن بإضافة محلول نترات الفضة)



بزيادة تركيز كاتيون الفضة المشترك تصبح قيمة $K_{sp} < Q$

ويحدث خلل فى الاتزان ويزاح موضع الاتزان فى الاتجاه العكسي

فيحدث ترسيب لكلوريد الفضة وتقل ذوبانيتها

علل : يترسب كلوريد الباريوم من محلوله المشبع عند

إضافة محلول نترات الباريوم إليه



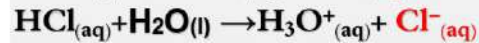
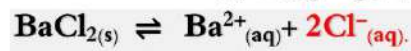
بزيادة تركيز كاتيون الباريوم المشترك تصبح قيمة $K_{sp} < Q$

ويحدث خلل فى الاتزان ويزاح موضع الاتزان فى الاتجاه العكسي

فيحدث ترسيب لكلوريد الباريوم وتقل ذوبانيتها

علل : يترسب كلوريد الباريوم من محلوله المشبع عند

إضافة محلول حمض الهيدروكلوريك إليه

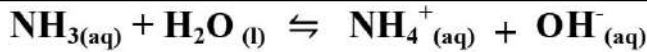


بزيادة تركيز أنيون الكلوريد المشترك تصبح قيمة $K_{sp} < Q$

ويحدث خلل فى الاتزان ويزاح موضع الاتزان فى الاتجاه العكسي

فيحدث ترسيب لكلوريد الباريوم وتقل ذوبانيتها

تقل قيمة الأس الهيدروجيني (pH) لحلول الأمونيا عند إضافة كلوريد الأمونيوم الصلب إليه .



يزداد تركيز كاتيون الأمونيوم NH_4^+ المشترك فينتجه موضع الإتزان في الإتجاه العكسي في المعادلة الأولى فيقل تركيز أيونات الهيدروكسيد OH^- وبالتالي يزداد تركيز كاتيونات الهيدرونيوم وتقل قيمة الأس الهيدروجيني pH

علل: تزداد قيمة PH عند إضافة أسيتات الصوديوم CH_3COONa الى حمض الأسيتيك CH_3COOH ؟

جـ: يتأين حمض الأسيتيك حسب المعادلة: $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{COO}^-(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$

ويتفكك ملح أسيتات الصوديوم CH_3COONa بشكل تام في الماء حسب المعادلة :



وبذلك يزداد تركيز أنيون الأسيتات في المحلول ويختل الإتزان حسب مبدأ لوشاتليه عكسيا ويقل تركيز كاتيون

الهيدرونيوم H_3O^+ في المحلول وتزداد قيمة PH. (ملاحظه : يقل تأين حمض الأسيتيك).

علل: تقل قيمة PH عند إضافة كلوريد الأمونيوم (NH_4Cl) لحلول الأمونيا (NH_3) .

جـ: يتأين الأمونيا حسب المعادلة : $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$

يتفكك ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl بشكل تام في الماء حسب المعادلة :



وبذلك يزداد تركيز كاتيون الأمونيوم في المحلول ويختل الإتزان حسب مبدأ لوشاتليه عكسيا ويقل تركيز أنيون

الهيدروكسيد OH^- في المحلول وتقل قيمة PH. (ملاحظه : يقل تأين الأمونيا).

علل: لا يصلح الميثيل البرتقالي كدليل عند معايرة محلول حمض الأسيتيك مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم

ج: لأن حمض الأسيتيك حمض ضعيف وهيدروكسيد البوتاسيوم قاعدة قوية لذلك تكون قيمة الأس الهيدروجيني pH للمحلول عند نقطة التكافؤ أكبر من 7 وحيث أن مدى دليل الميثيل البرتقالي أقل من 7 بالتالي لا يتفق مدى دليل الميثيل البرتقالي والمدى الذي يحدث عنده التغير المفاجئ في قيمة pH للمحلول حول نقطة التكافؤ .

يصلح الميثيل الأحمر كدليل عند معايرة محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول الأمونيا

لأن حمض الهيدروكلوريك حمض قوي و محلول الامونيا قاعدة ضعيفة و بالتالي تكون قيمة الاس الهيدروجيني pH للمحلول عند نقطة التكافؤ أقل من 7 و بالتالي يتفق مدى هذا الدليل مع المدى الذي يحدث عنده التغير المفاجئ في قيمة pH للمحلول عند نقطة التكافؤ

يستخدم دليل الميثيل البرتقالي أو الفينولفثالين للاستدلال على نقطة التكافؤ عند معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية

يمكن استخدام جميع الأدلة عند معايرة حمض قوي مع قاعدة قوية

لأن قيمة pH للمحلول الناتج عند نقطة التكافؤ تساوي 7 و تصلح جميع الأدلة حيث أن مداها يتفق

مع المدى الذي يحدث عنده التغير المفاجئ في قيمة pH للمحلول حول نقطة التكافؤ

❗ لا يصلح الثايمول الأزرق كدليل عند معايرة محلول حمض الهيدروكلوريك مع محلول الامونيا

- حمض الهيدروكلوريك قوي
- الأمونيا قاعدة ضعيفة
- تكون قيمة pH للمحلول عند نقطة التكافؤ أصغر من 7
- مدى دليل الثايمول الأزرق أكبر من 7
- لا يتفق مدى الدليل والمدى الذي يحدث عنده التغير المفاجئ في قيمة pH للمحلول حول نقطة التكافؤ

عند معايرة محلول الأمونيا مع حمض HCl تماماً فإن نقطة التكافؤ تكون عند pH أقل من (7) لأن حمض HCl حمض قوي والأمونيا قاعدة ضعيفة فينتج عن تفاعلها ملح حمضي وماء فتكون قيمة pH أقل من 7

عند معايرة حمض الأسيتيك مع NaOH حتى تمام التفاعل فإن نقطة التكافؤ تكون عند pH أكبر من 7.

لأن حمض الأسيتيك حمض ضعيف وهيدروكسيد الصوديوم قاعدة قوية فينتج عن تفاعلها ماء و ملح قاعدي فتكون قيمة pH أكبر من 7

علل: يصلح دليل الفينولفثالين كدليل عند معايرة محلول حمض الأسيتيك مع محلول هيدروكسيد الصوديوم

ج: لأن حمض الأسيتيك حمض ضعيف وهيدروكسيد الصوديوم قاعدة قوية لذلك تكون قيمة الأس الهيدروجيني pH للمحلول عند نقطة التكافؤ أكبر من 7 وحيث أن مدى دليل الفينولفثالين أكبر من 7 بالتالي يتفق مدى دليل الفينولفثالين والمدى الذي يحدث عنده التغير المفاجئ في قيمة pH للمحلول حول نقطة التكافؤ .

الألكانات مركبات عضوية لا تذوب بالماء

لأنها مركبات غير قطبية بينما الماء جزئ قطبي وبالتالي لا تذوب فيه

يُعتبر كلوريد الايثيل من هاليدات الالكيل الأولية

لأنها ذرة الكلور (الهالوجين) ترتبط بذرة كربون وليّة متصلة بذرتي هيدروجين و مجموعة الكيل $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$

علل لما يلي : يعتبر المركب بروميد الأيزوبيوتيل من من هاليدات الألكيل الأولية. سؤال فكرته مكررة لسابقه

ج: بروميد الأيزوبيوتيل (1- برومو-2- ميثيل بروبان) هاليد ألكيل أولي /لأن ذرة الكربون المرتبط بها الهالوجين ترتبط بذرتي هيدروجين ومجموعة الكيل واحدة.



❗ يعتبر كلوريد أيزوبيوتيل من هاليدات الألكيل الأولية سؤال فكرته مكررة لسابقه

لأن ذرة الهالوجين مرتبطة بذرة كربون أولية (تتصل بمجموعة ألكيل و ذرتي هيدروجين)



يعتبر المركب (2- برومو بيوتان) هاليد ألكيل ثانوي .



لأن ذرة الهالوجين مرتبطة بذرة كربون ثانوية (تتصل بمجموعتي ألكيل وذرة هيدروجين)

يُعتبر 2- يودو بروبان من هاليدات الألكيل الثانوية سؤال فكرته مكررة لسابقه

لأنها ذرة اليود (الهالوجين) ترتبط بذرة كربون ثانوية متصلة بذرة هيدروجين و مجموعتي الكيل

علل لما يلي: يعتبر كلوريد الأيزوبروبيل (2- كلورو بروبان) من هاليدات الألكيل الثانوية. سؤال فكرته مكررة لسابقه

ج: كلوريد الأيزوبروبيل (2- كلورو بروبان) هاليد ألكيل ثانوي /لأن ذرة الكربون المرتبط بها الهالوجين ترتبط بذرة



هيدروجين ومجموعتي الكيل .

يُعتبر 2- برومو 2- ميثيل بروبان من هاليدات الالكيل الثالثة

لأنها ذرة البروم (الهالوجين) ترتبط بذرة كربون ثالثة متصلة بثلاث مجموعات الكيل

علل لما يلي: يعتبر كلوريد البيوتيل الثالثي (2- كلورو-2- ميثيل بروبان) من هاليدات الألكيل الثالثة. سؤال فكرته مكررة لسابقه

ج: كلوريد البيوتيل الثالثي (2- كلورو-2- ميثيل بروبان) هاليد ألكيل ثالثي / لأن ذرة الكربون المرتبط بها الهالوجين ترتبط



بثلاثة مجموعات الكيل .

لا يمكن استخدام طريقة الهلجنة المباشرة للالكانات للحصول على هاليدات الألكيل النقية .
بسبب تكون خليط من مركبات الألكان الهالوجينية

س

الهيدروكربونات الهالوجينية شحيحة الذوبان في الماء على الرغم من أنها قطبية.
يرجع سبب ذلك لعدم تكون روابط هيدروجينية بين جزيئاتها وجزيئات الماء.

درجة غليان هاليدات الألكيل أعلى بكثير من درجة غليان الالكانات التي حضرت منها
لأن الالكانات مركبات غير قطبية وقوة التجاذب بين جزيئاتها ضعيفة بينما هاليدات الألكيل مركبات قطبية وقوة التجاذب
بين جزيئاتها أقوى.

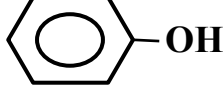
درجة غليان ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Br}$) أعلى من درجة غليان ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Br}$)
لأن الكتلة الجزيئية لبروميد البروبيل أكبر من الكتلة الجزيئية لبروميد الإيثيل ، حيث تزداد درجة غليان هاليد الألكيل
يحتوي على نفس ذرة الهالوجين بزيادة الكتلة المولية (بزيادة عدد ذرات الكربون)

درجة غليان يوديد الإيثيل أعلى من درجة غليان كلوريد الإيثيل .
لأن الكتلة الذرية لليود أكبر من الكتلة الذرية للكلور ، حيث تزداد درجة غليان هاليدات الألكيل التي تحتوي على نفس
المجموعة (الشق العضوي) بزيادة الكتلة الذرية لذرة الهالوجين.

تعتبر هاليدات الألكيل مواد نشطة غير مستقرة تتفاعل بسهولة.
ويعود ذلك إلى أن ذرة الهالوجين لها سالبية كهربائية مرتفعة مما يؤدي إلى قطبية الرابطة C-X حيث تحمل ذرة
الهالوجين شحنة سالبة جزئية ، وذرة الكربون شحنة موجبة جزئية

علل : يستخدم المركب الصوديومي أو الوناسيومي في تفاعلات الإحلال أو الإستبدال لهاليدات الألكيل؟
جـ: لأن المركبات الصوديومية أو البوتاسيومية سهلة التأين.

عند ارتباط مجموعة الهيدروكسيل ($-OH$) مباشرة بحلقة البنزين لا يعتبر المركب الناتج من الكحولات لأن الكحولات مركبات عضوية تحتوي على مجموعة هيدروكسيل ($-OH$) واحدة أو أكثر مرتبطة بذرة كربون مشبعة

لا يعتبر الفينول  من الكحولات على الرغم من احتواءه على مجموعة الهيدروكسيل

لأن الفينول يختلف في خواصه الفيزيائية والكيميائية عن الكحولات ، بسبب ارتباط مجموعة الهيدروكسيل ($-OH$) مباشرة بحلقة البنزين (ساحبة للإلكترونات)

يُعتبر المركب 2- فينيل إيثانول من الكحولات الأروماتية . (**غل**)
لأنه يحتوي على حلقة بنزين لم تتصل اتصالاً مباشراً بمجموعة الهيدروكسيل ($-OH$) وصيغته ($C_6H_5 - CH_2 - CH_2 - OH$)



علل يعتبر فينيل ميثانول $C_6H_5CH_2OH$ كحول أروماتي
لأن حلقة البنزين لا تتصل مباشرة بمجموعة الهيدروكسيل

كحول أيزوبروبيل من الكحولات الثانوية بينما 1- بروبانول من الكحولات الأولية.

1 - بروبانول من الكحولات الأولية $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ لأن مجموعة الهيدروكسيل متصلة بذرة الكربون أولية ترتبط بشق ألكيل واحد وذرتي هيدروجين بينما كحول أيزوبروبيل $CH_3-CHOH-CH_3$ من الكحولات الثانوية لأن مجموعة الهيدروكسيل تتصل بذرة كربون ثانوية ترتبط بشقي ألكيل وذرة هيدروجين .

يعتبر المركب 2- بيوتانول من الكحولات الثانوية.

لأن مجموعة الهيدروكسيل مرتبطة بذرة كربون ثانوية (ترتبط بمجموعتي ألكيل وذرة هيدروجين واحدة) $CH_3CH(OH)CH_2CH_3$

عند إضافة الماء إلى البروبين في وجود حمض الكبريتيك يكون الناتج الرئيسي 2 - بروبانول



لأن البروبين ألكين غير متماثل و طبقاً لقاعدة ماركونيكوف تضاف مجموعة الهيدروكسيل لذرة الكربون غير المشبعة التي لديها أقل عدد ذرات هيدروجين .

درجة غليان الكحولات أعلى من درجة غليان الهيدروكربونات ذات الكتل المولية المتقاربة.

بسبب وجود مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي تعمل على تجمع جزيئات الكحول فيما بينها بروابط هيدروجينية بينما الهيدروكربونات مركبات غير قطبية وقوة التجاذب بين جزيئاتها ضعيفة.

درجة غليان 1-بروبانول $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ أعلى من درجة غليان الإيثانول $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$.

لأن الكتلة المولية لكحول 1-بروبانول أكبر من الكتلة المولية للإيثانول حيث تزداد درجة غليان الكحولات التي تحتوي على نفس العدد من مجموعات الهيدروكسيل بزيادة الكتلة المولية .

تزداد درجة غليان الكحولات بزيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزيء .

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

درجة غليان جليكول إيثلين $\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$ أعلى من درجة غليان الإيثانول.

لأن مجموعات الهيدروكسيل في جليكول إيثلين أكثر من الإيثانول وبالتالي عدد الروابط الهيدروجينية التي تتكون بين جزيئات جليكول إيثلين تكون أكثر وعليه تكون درجة غليانه أعلى.

علل: الجليسرول أعلى في درجة الغليان من البروبانول؟ سؤال فكرته مكررة لسابقه

ج: الجليسرول يحتوي ثلاث مجموعات هيدروكسيل قطبية يستطيع عن طريقها تكوين روابط هيدروجينية/ و بزيادة عدد الروابط الهيدروجينية تزداد قوة الترابط / ويلزم طاقة أكبر لكسر هذه الروابط/ فتكون درجة الغليان أعلى . أما في البروبانول فإنه يحتوي مجموعة هيدروكسيل قطبية واحدة يكون عن طريقها رابطة هيدروجينية واحدة بين كل جزيئين / فتكون قوة الترابط أقل ويلزم طاقة أقل لغليانه.

تذوب الكحولات ذات الكتل المولية المنخفضة بسهولة في الماء .

بسبب قدرتها على تكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء .

تقل ذوبانية الكحولات في الماء بزيادة الكتلة المولية.

لأن زيادة طول السلسلة الكربونية يقلل من قطبية مجموعة الهيدروكسيل وبالتالي لا تستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع الماء .

تزداد ذوبانية الكحولات في الماء مع زيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزيء .

لأنه مع زيادة عدد مجموعات الهيدروكسيل في الجزيء يزداد عدد الروابط الهيدروجينية التي يمكن لجزيء الكحول أن يكونها مع جزيئات الماء .

ذوبانية الجليسيرول في الماء أكبر من ذوبانية البروبانول

لأن جزيء الجليسيرول يحتوي على ثلاث مجموعات هيدروكسيل ، بينما البروبانول يحتوي على مجموعة هيدروكسيل واحدة ، وبالتالي يستطيع جزيء الجليسيرول تكوين عدد أكبر من الروابط الهيدروجينية مع جزيئات الماء

يسلك الكحول سلوك الأحماض الضعيفة جداً وأيضاً سلوك القواعد الضعيفة جداً.

يسلك الكحول سلوك الأحماض الضعيفة جداً بسبب وجود الرابطة القطبية (O-H) ويسلك سلوك القواعد الضعيفة جداً بسبب وجود الرابطة القطبية (C-O) ، ووجود زوجين من الإلكترونات الحرة غير المشاركة على ذرة الأكسجين.

❶ عند إضافة الماء المقطر لملح ميثوكسيد الصوديوم وإضافة قطرات من دليل الفينولفثالين للمحلول يعطي اللون الزهري

عند تفاعل ميثوكسيد الصوديوم مع الماء يتكون هيدروكسيد الصوديوم و يصبح المحلول قاعدياً



قابلية الكحولات لتأكسد؛ علل: يعتبر الكحول عاملاً مختزلاً

لأن ذرة الهيدروجين المرتبطة بذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل تعطي خواص العامل المختزل للكحول ما يسمح للكحولات بأن تتأكسد تحت ظروف معينة

تتأكسد الكحولات الأولية على مرحلتين

لوجود ذرتين هيدروجين متصلتين بذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل

تتأكسد الكحولات الثانوية على مرحلة واحدة

بسبب ارتباط ذرة الكربون المتصلة بمجموعة -OH بذرة هيدروجين واحدة حيث تتأكسد إلى الكيتون المقابل

لا تتأكسد الكحولات الثالثية عند الظروف العادية بالعوامل المؤكسدة

لعدم ارتباط ذرة الكربون المتصلة بمجموعة الهيدروكسيل (-OH) بذرة هيدروجين

علل: لا يتأكسد 2- ميثيل 2- بروبانول بواسطة برمنجنات البوتاسيوم في وسط حمضي .

جاء: لأن ذرة الكربون المتصلة بالهيدروكسيل متصلة بثلاث شقوق ألكيل ولا يوجد ذرات هيدروجين قابلة للأكسدة متصلة بها .

Esterification Reaction

• تفاعل الأسترة

يجب أن يضاف حمض الكبريتيك المركز عند تفاعل الحمض العضوي مع الكحول لتكوين الإستر.

لأن حمض الكبريتيك يعمل كمادة محفزة و لنزع الماء ومنع التفاعل العكسي لأن التفاعل بطيء و يحدث في الاتجاهين (تفاعل عكسي)

علل: تشابه الألدهيدات والكي-tonات الأليفاتية المشبعة في الصيغة الجزيئية العامة $C_nH_{2n}O$ ؟

ج: لأن **الألدهيدات والكي-tonات** يشتركان في المجموعة الوظيفية وهي الكربونيل ويختلفان فقط في موضع هذه المجموعة حيث في الألدهيد تكون الكربونيل طرفية وفي الكي-ton تكون غير طرفية .

الألدهيدات أنشطُ كيميائياً من الكي-tonات

لارتباط مجموعة الكربونيل في الألدهيدات بذرة هيدروجين و التي يسهلُ أكسدتها ، وعدم ارتباط مجموعة الكربونيل في الكي-tonات بذرة هيدروجين

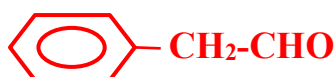
علل : الألدهيدات أكثر نشاطا كيميائياً من الكي-tonات ؟

ج: أن **الكربونيل القطبية** في الألدهيدات متصلة بذرة هيدروجين قابلة للأكسدة /بينما **الكربونيل القطبية** في الكي-ton متصلة بشق ألكيل أو أرايل.

❶ لا يعتبر الترقيم ضروريا عند تسمية الألدهيدات غير المتفرعة .

لأن مجموعة الكربونيل في الألدهيدات طرفية ، فهي دائما تحمل الرقم 1 ، فلا حاجة للترقيم .

يعتبر الفينيل ميثانال (البنزالدهيد) ألدهيد أروماتي بينما الفينيل إيثانال يعتبر ألدهيد اليقاتي.



البنزالدهيد ألدهيد أروماتي لأن مجموعة الالدهيد متصلة مباشرة بحلقة البنزين بينما فينيل إيثانال ألدهيد اليقاتي لأن مجموعة الالدهيد غير متصلة مباشرة بحلقة البنزين.

يُفضل عند تحضير الالدهيد بأكسدة الكحول الأولي أن تتم عملية الأكسدة بواسطة إمرار أبخرة الكحول الأولي على نحاس مسخن لدرجة (300° C) عن أكسدته بالعوامل المؤكسدة .

لأنه لو تم أكسدة الكحول الأولي بالعوامل المؤكسدة سينتج حمض كربوكسيلي ولكن عند أكسدته بإمرار أبخرته على النحاس المسخن سينتج الالدهيد المقابل .

مجموعة الكربونيل في الألدهيدات و الكيتونات قطبية.

لوجود فرق في السالبية الكهربائية بين الكربون والأكسجين.

درجات غليان الألدهيدات و الكيتونات أعلى من درجات غليان الهيدروكربونات المقاربة لها في الكتل المولية.

يرجع السبب في ذلك إلى أن الهيدروكربونات مركبات غير قطبية وقوة التجاذب بين جزيئاتها ضعيفة بينما الألدهيدات و الكيتونات يحتويان على مجموعة الكربونيل القطبية لذلك قوة التجاذب بين جزيئاتها قوية.

تذوب الألدهيدات و الكيتونات ذات الكتل المولية الصغيرة في الماء .

ويرجع سبب ذلك إلى قدرتها على الارتباط بجزيئات الماء بروابط هيدروجينية.

درجات غليان الألدهيدات و الكيتونات أقل من درجة غليان الكحولات المقاربة لها في الكتل المولية.

يعود ذلك إلى عدم قدرة الألدهيدات و الكيتونات على تكوين روابط هيدروجينية بين جزيئاتها (بين بعضها البعض) أما في الكحولات فتوجد مجموعة الهيدروكسيل القطبية التي تعمل على تجمع جزيئات الكحول فيما بينها بروابط هيدروجينية مما يرفع درجة غليان الكحولات.

❶ يمتلك البروبان $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$ و الأسيتالدهيد CH_3CHO كتلا مولية متساوية لكن البروبان يغلي عند -42°C و الأسيتالدهيد يغلي عند 20°C

- لأن البروبان مركب غير قطبي
- بينما الأسيتالدهيد مركب قطبي بسبب وجود مجموعة الكربونيل القطبية
- فتوجد تجاذبات قطبية - قطبية بين جزيئاته

علل: درجة ذوبان البنثال في الماء أقل من درجة ذوبان الإيثانال (الأسيتالدهيد)؟

❷: لأن السلسلة الكربونية في البنثال $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CHO}$ أطول من السلسلة الكربونية في الإيثانال CH_3CHO وبالتالي حجم جزئ البنثال أكبر وكتلته المولية أكبر فتكون قطبيته أقل و ذوبانه في الماء أقل .

❸ تقل ذوبانية الألدهيدات والكيتونات بزيادة الكتل المولية لها

★ ممكن أن يأتي السؤال بصيغة أخرى: تقل ذوبانية الألدهيدات والكيتونات بزيادة عدد ذرات الكربون في الجزيء

لأن زيادة عدد ذرات الكربون يقلل قطبية مجموعة الكربونيل فتقل القدرة على تكوين روابط هيدروجينية مع الماء

علل : النشاط الكيميائي للألدهيدات والكيتونات والقيام بتفاعلات كيميائية مختلفة وخصوصاً تفاعلات الإضافة

والأكسدة . أو علل تفاعل الألدهيدات و الكيتونات بالإضافة.

يرجع سبب ذلك لاحتواء كلا منها على الرابطة باي بين ذرتي الكربون و الأكسجين ، ووجود الرابطة التساهمية الثنائية القطبية مع زوجين من الكترونات التكافؤ غير المشاركة في ذرة الأكسجين

علل: الألدهيدات والكيتونات لها خواص قاعدية ضعيفة؟

❷: لوجود رابطة تساهمية ثنائية قطبية / مع وجود زوجين من الكترونات التكافؤ غير المشاركة في ذرة الأكسجين / مما يعطي مركبات الكربونيل في الألدهيدات والكيتونات خواص القاعدة الضعيفة .

تتأكسد الألدهيدات بسهولة بمعظم العوامل المؤكسدة.

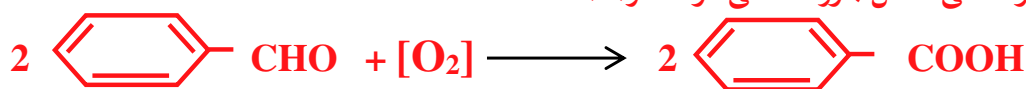
يرجع السبب في ذلك لارتباط مجموعة الكربونيل بذرة هيدروجين نشطة يسهل أكسدتها (C - H) إلى مجموعة هيدروكسيل (OH-) وبالتالي تتأكسد الألدهيدات إلى الأحماض الكربوكسيلية المقابلة.

علل لا تتأكسد الكيتونات عند الظروف العادية **علل**: لا يختزل الأسيتون محلول فهلنج ولا كاشف تولن .

يرجع سبب ذلك لعدم ارتباط مجموعة الكربونيل في الكيتونات بذرة هيدروجين نشطة للأكسدة لذلك تحتاج طاقة عالية لأكسدتها لكسر الروابط (C - C) .

علل: تتكون بلورات بيضاء علي فوهة الزجاج عند ترك زجاجة البنزالدهيد مفتوحة ومعرضة للهواء الجوي ؟

جواب: لأن البنزالدهيد **عامل مختزل قوي** / لوجود **هيدروجين** متصل بالكربونيل / **في تأكسد** بسهولة بفعل أكسجين الهواء إلى حمض البنزويك البلوري الذي يكون على شكل بلورات على فوهة الزجاج.



تتكون مرآة لامعة على الجدار الداخلي لأنبوبة الاختبار عند تسخين الالدهيد مع محلول تولن في حمام مائي.

لأن الالدهيد يختزل محلول تولن إلى الفضة التي تترسب على الجدار الداخلي لأنبوبة الاختبار مكونة مرآة لامعة.



يتكون راسب أحمر طوبي عند تسخين الأسيتالدهيد مع محلول فهلنج.

لأن الأسيتالدهيد يختزل محلول فهلنج إلى أكسيد النحاس I (Cu₂O) ذو اللون الأحمر الطوبي.



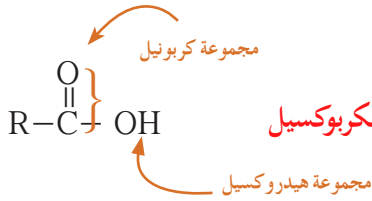
Q لا يستطيع الكيتون تكوين مرآة لامعة من الفضة عند تسخينه مع محلول تولن

لأن محلول تولن عامل مؤكسد ضعيف
العوامل المؤكسدة الضعيفة لا تؤكسد الكيتونات .

يمكن التمييز بين الألدهيدات و الكيتونات بأكسدتها بالعوامل المؤكسدة الضعيفة .

لأنه في الألدهيدات ترتبط مجموعة الكربونيل بذرة هيدروجين نشطة تسهل أكسدتها إلى مجموعة هيدروكسيل فتتأكسد

إلى الاحماض الكربوكسيلية المقابلة أما الكيتونات فلا تتأكسد عند الظروف العادية ، لأن أكسدتها تحتاج إلى طاقة عالية تؤدي إلى كسر الرابطة (C - C) .



علل: سميت الأحماض الكربوكسيلية بهذا الاسم؟

ج: لأن مجموعة الكربوكسيل تتكون من مجموعة كربونيل متصلة بمجموعة هيدروكسيل لذلك سميت بمجموعة الكربوكسيل

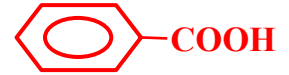
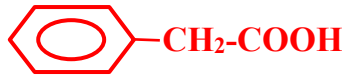
علل: تعتبر الأحماض الكربوكسيلية أكثر المواد العضوية حمضية؟

ج: لأنها تتأين جزئياً في المحلول المائي ولها القدرة على إعطاء البروتون.

Q تعتبر الأحماض الكربوكسيلية أحماضاً ضعيفة

لأنها لا تتأين بشكل تام

حمض فينيل ميثانويك أروماتي، بينما حمض فينيل إيثانويك اليافتي.



حمض فينيل ميثانويك أروماتي لأن مجموعة الكربوكسيل تتصل مباشرة

لأن مجموعة الكربوكسيل لا تتصل مباشرة بحلقة البنزين.

تذوب الأحماض الكربوكسيلية التي تحتوي على (1 - 4) ذرات كربون تماماً في الماء.

يرجع السبب في ذلك إلى قدرة هذه الأحماض على تكوين أكثر من رابطة هيدروجينية مع الماء.

تقل ذوبانية الأحماض الكربوكسيلية في الماء بزيادة الكتلة المولية.

لأن زيادة طول السلسلة الكربونية (زيادة عدد ذرات الكربون) يقلل من فاعلية وقطبية مجموعة الكربوكسيل وبالتالي لا

تستطيع تكوين روابط هيدروجينية مع الماء.

درجات غليان الأحماض الكربوكسيلية أعلى من درجات غليان الكحولات ذات الكتل المولية المتقاربة.

لوجود مجموعة الهيدروكسيل القطبية في الكحولات التي تعمل على تجمع الجزيئات فيما بينها بروابط هيدروجينية، أما

في الأحماض الكربوكسيلية فتوجد مجموعة الكربوكسيل التي تتكون من مجموعتي الكربونيل والهيدروكسيل اللتان

تعملان على تكوين رابطتين هيدروجينيتين بين كل جزيئين وينتج عن ذلك تجمعات ثنائية، إضافة على ذلك تكون شكل حلقي.

علل: درجة غليان الأحماض الكربوكسيلية أعلى من درجة غليان الهيدروكربونات التي تتساوي معها في عدد

ذرات الكربون أو المتقاربة معها في الكتلة الجزيئية .

ج: ذلك لأن الأحماض الكربوكسيلية تحتوي على الكربوكسيل / التي تتكون من مجموعتين قطبيتين هما الهيدروكسيل

ومجموعة الكربونيل / مما يعمل على تجمع كل جزيئين من الحمض في تجمعات ثنائية بزواج من الروابط الهيدروجينية /

فتكون قوة تجاذبها أكبر / ويلزم طاقة أكبر لتفكيك هذه الروابط فتكون درجة غليانها أعلى / بينما الألكانات لا تتجمع جزيئاتها

بروابط هيدروجينية والروابط بين الجزيئات ضعيفة .