

## الكيمياء التحليلية

اول علوم حياة ٢٠١٧ / ٢٠١٨

### المحاضرة الثالثة

أ.م.د. محمد حامد سعيد

#### الاس الهيدروجيني pH

نعلم أن تركيز كل من أيون الهيدرونيوم والهيدروكسيد في الماء النقي يساوي  $1 \times 10^{-7}$  مول / لتر (عند درجة  $25^\circ \text{C}$ )، وأن إضافة حمض إلى الماء يزيد تركيز  $\text{H}_3\text{O}^+$ ، في الوقت الذي ينخفض فيه تركيز  $\text{OH}^-$ . وللتعبير عن حموضة محلول ما يلزم معرفة  $[\text{H}_3\text{O}^+]$  فيه. وفي حالة كون هذا التركيز قليلاً يُعبّر عنه برقم صغير يشمل أسساً سالبة. ولتفادي التعامل بمثل هذه الأرقام، اتفق على استخدام الرقم الهيدروجيني (pH) للتعبير عن درجة الحموضة. ويُعرف الرقم الهيدروجيني بأنه سالب لوغاريتم (للأساس ١٠) تركيز أيون الهيدرونيوم.

أي أن:  $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$

فمثلاً في الماء النقي حيث  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1 \times 10^{-7}$  مول / لتر، فإن:

$$\text{pH} = -\log (1 \times 10^{-7}) = -(\log 1 + \log 10^{-7}) = -(\text{صفر} - 7) = 7$$

أي أن الرقم الهيدروجيني للمحلول المتعادل (ماء نقي مثلاً) يساوي ٧.

أما في المحلول الحمضي حيث  $[\text{H}_3\text{O}^+] < 1 \times 10^{-7}$  مول / لتر فإن الرقم الهيدروجيني يكون أقل من ٧ كما يتضح في المثال الآتي:

مثال :- احسب الرقم الهيدروجيني لمحلول حمض البيروكلوريك  $\text{HClO}_4$  حيث  $[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,5 \times 10^{-2}$  مول / لتر.

$$\text{الحل : } \text{pH} = -\log (1,5 \times 10^{-2}) = -(\log 1,5 + \log 10^{-2})$$

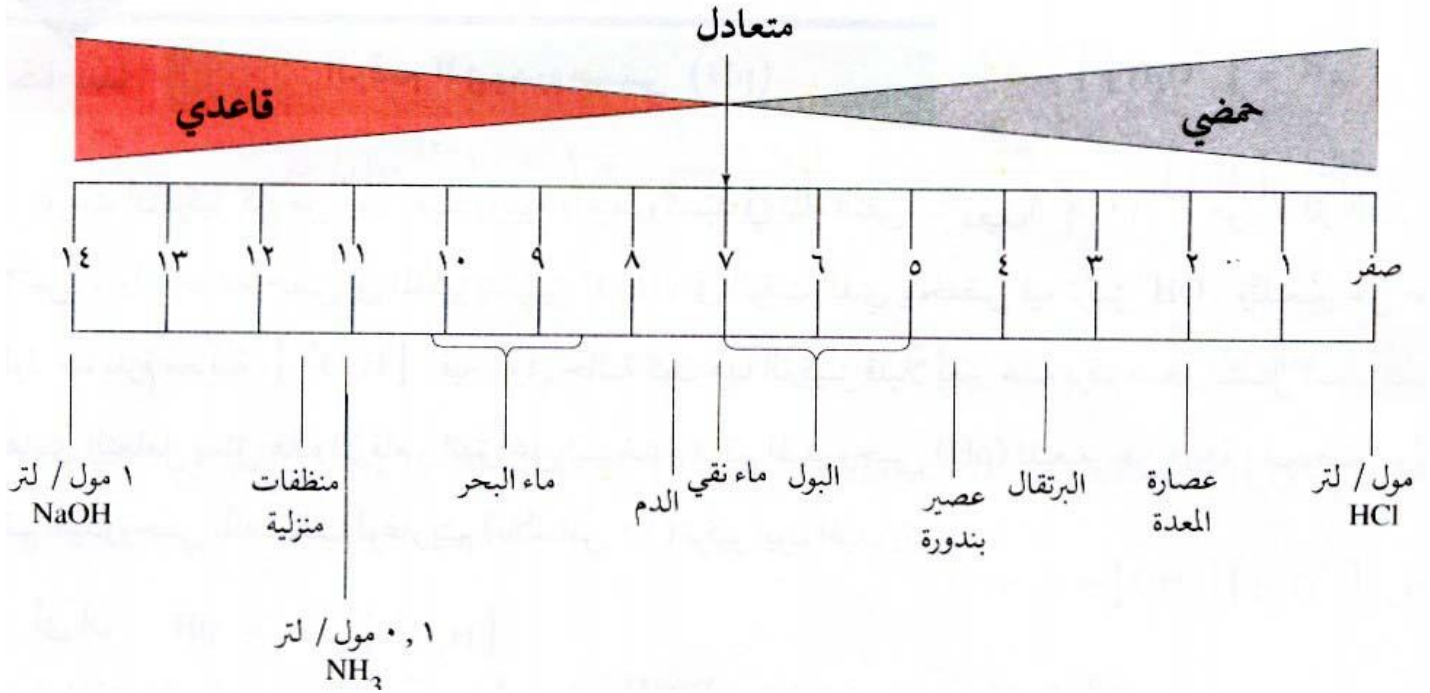
$$\text{pH} = 2 - \log 1,5 \text{ ، فإذا كان : } \log 1,5 = 0,18 \text{ فإن :}$$

$$\text{pH} = 2 - 0,18$$

$$\text{pH} = 1,82$$

أما في المحلول القاعدي  $[H_3O^+] = 10 \times 10^{-11}$  مول / لتر فإن الرقم الهيدروجيني يكون أكبر من ٧.

فمثلاً في محلول NaOH تركيزه ٠,٠٠١ مول / لتر يكون تركيز أيون  $OH^-$  مساوياً  $10 \times 10^{-3}$  مول/لتر، وتركيز أيون  $H_3O^+ = 10 \times 10^{-11}$  مول / لتر وعليه يكون الرقم الهيدروجيني pH للمحلول يساوي ١١. وهكذا يمكن تحديد ما إذا كان المحلول حمضياً أو قاعدياً أو متعادلاً في ضوء رقمه الهيدروجيني، ويبين الشكل التالي الرقم الهيدروجيني التقريبي لعدد من المواد المألوفة.



### تعريف المحلول المنظم:

محاليل تقاوم التغيرات في قيمة PH لها عند إضافة حمض أو قاعدة إليها. فهي محاليل تتغير قيمة الرقم الهيدروجيني لها تغيراً طفيفاً عند إضافة حمض أو قاعدة إليها بكميات قليلة

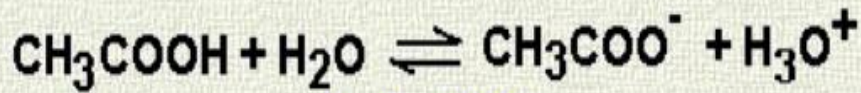
### مكونات المحلول المنظم

المحلول المنظم الحامضي :- حامض ضعيف + ملح الحمض الضعيف (القاعدة المقترنة)

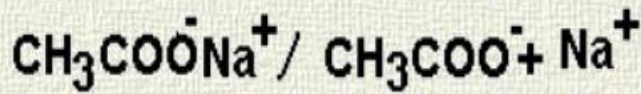
محلول منظم قاعدي :- قاعده ضعيفه + ملح القاعده الضعيفه (حمض مقترن)

امثلة لهذه الانواع

### المحلول المنظم

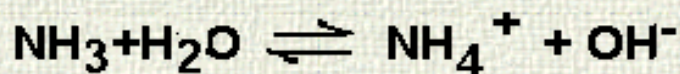


معادلة تأين الحمض



معادلة تأين القاعدة

### المحلول المنظم



معادلة تأين القاعدة



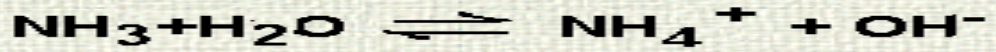
معادلة تأين الحمض

- أي القاعدة المقترنه و الحمض المقترن مع بعض يقاومون التغير في pH بواسطة لامتصاص الجزيئي لأيونات الهيدروجين و أيونات الهيدروكسيل الداخلة للنظام
- أيونات الهيدروجين ستتفاعل مع القاعده المقترنه
- أيونات الهيدروكسيل ستتفاعل مع الحامض المقترن
- مبدأ لوشاتليه:- ينص على أنه عند تغيير أي عامل يحدد حالة اتزان نظام في حالة الأتزان فإن الإتزان يزاح في اتجاه ينتج عنه تقليل تأثير هذا المؤثر الخارجي.

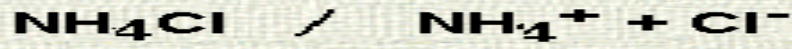
### ميكانيكية عمل المحلول المنظم

أ - أثر إضافة حمض HCl إلى المحلول المنظم المكوّن من قاعدة ضعيفة وحمضها المرافق عند إضافة حمض HCl تعني إضافة  $\text{H}^+$  والتي ستتفاعل مع  $\text{OH}^-$  وفق المعادلة الكيميائية التالية :

### المحلول المنظم



معادلة تأين القاعدة

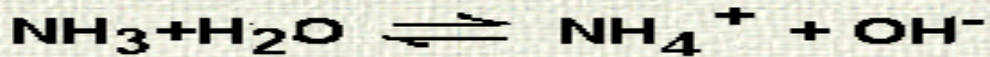


معادلة تأين الحمض

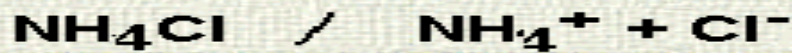
ووفقاً لمبدأ لوتشاتلييه، سينزاح التفاعل نحو اليمين بتأين المزيد من  $\text{NH}_3$ ، وذلك لتعويض النقص في  $\text{OH}^-$ ، و بهذا يبقى تركيز  $\text{OH}^-$  ثابتاً تقريباً وبالتالي فإن قيمة ال PH تكون ثابتة تقريباً.

ب - دراسة أثر إضافة قاعدة NaOH إلى المحلول المنظم المكوّن من قاعدة ضعيفة وحمضها المرافق : عند إضافة NaOH تعني إضافة  $\text{OH}^-$  وهذا يعني زيادة في تركيز  $\text{OH}^-$  في المحلول فيختل الاتزان .

### المحلول المنظم



معادلة تأين القاعدة



معادلة تأين الحمض

وفقاً لمبدأ لوتشاتلييه ، سينزاح التفاعل نحو اليسار للتخلص من  $\text{OH}^-$  الزائدة من إضافة القاعدة . وبالتالي تبقى قيمة PH ثابتة تقريباً .

### أهمية المحلول المنظم :

يتطلب الكثير من العمليات الكيميائية والحيوية أن لا تتغير قيمة PH لوسط التفاعل كثيراً. بل تبقى قريبة من قيمة معينة. ومثال ذلك أن الدم في جسم الإنسان لا يمكن أن يقوم بوظيفة نقل الأكسجين إلى الخلايا إلا أن تكون قيمة  $\text{PH} = 7.4$  وللمحاليل المنظمة أهمية فمثلاً:

أ- أن الأنزيمات تحتاج لوسط تكون فيه قيمة PH ثابتة تقريباً لتعمل بنشاط

ب- معالجة التربة لنمو المحاصيل المختلفة