



جامعة بني سويف  
كلية الزراعة البيئية والحيوية والتصنيع الغذائي  
قسم الكيمياء الحيوية الزراعية



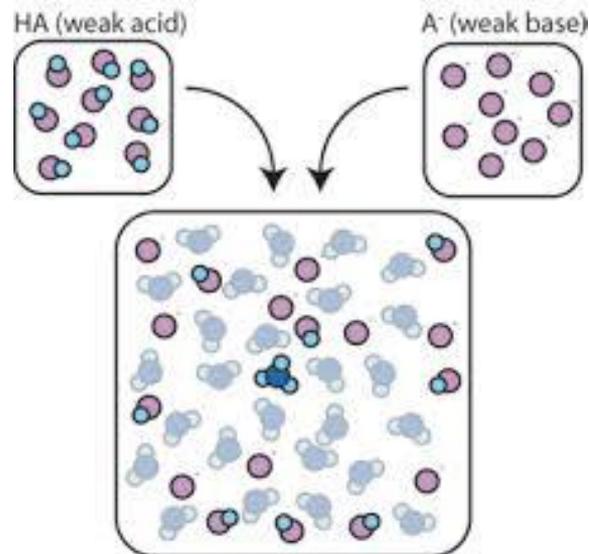
# محاضرة كيمياء تحليلية

أعداد  
د. مصطفى عبد المنعم أبوالعينين

# المحاليل المنظمة

## Buffer solutions

---

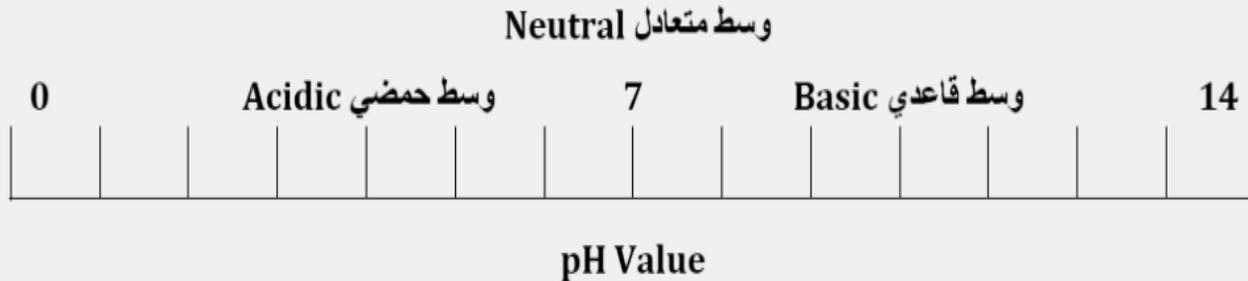


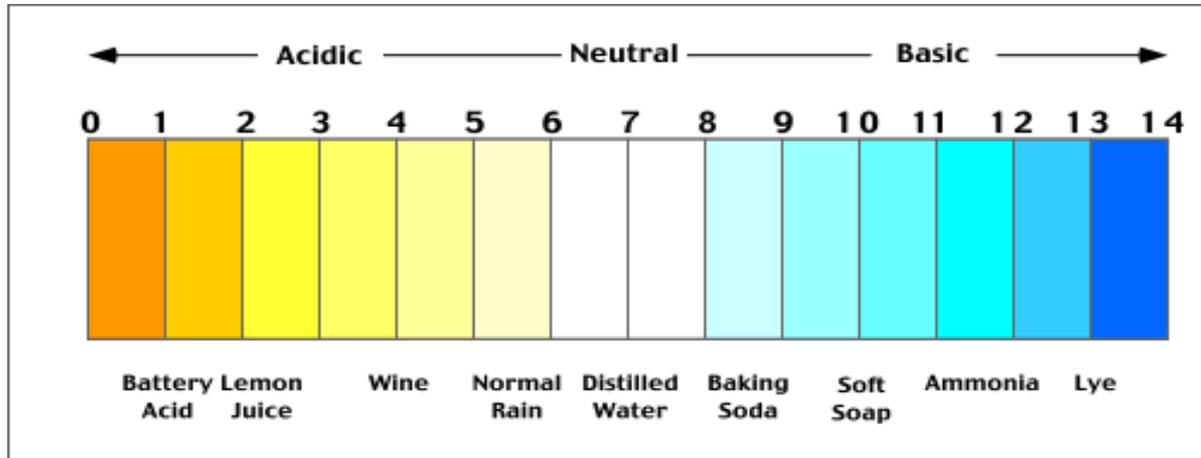
# الرقم الهيدروجيني (pH), (العالم سورنسون Sorensen)

-هي طريقة للتعبير عن مدى حموضة المحاليل باستخدام الرقم الهيدروجيني الذي يعرف بأنه:  
اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول .

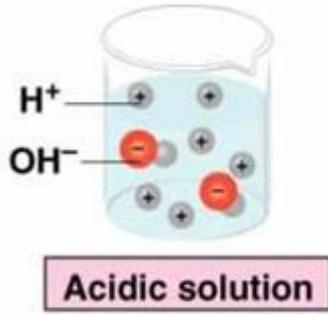
$$\text{pH} = -\text{Log}[\text{H}^+]$$

وبملاحظة أن الإشارة سالبة فإن قيمة الرقم الهيدروجيني ترتفع كلما انخفض تركيز أيونات الهيدروجين والعكس صحيح.

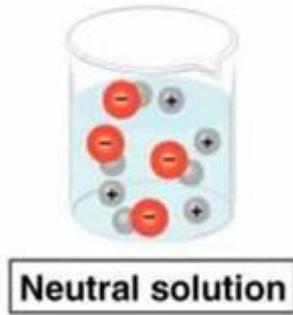




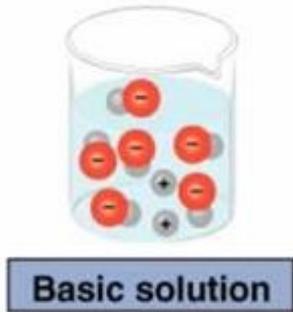
- الوسط الحامضي ← (الرقم الهيدروجيني من صفر الى اقل من ٧)
- الوسط المتعادل ← (الرقم الهيدروجيني = ٧)
- الوسط القاعدي ← (الرقم الهيدروجيني اعلى من ٧)



- **الوسط الحمضي:** عنصر الهيدروجين متواجد بكميه كبيره جدا (أو تركيز مرتفع) ، أعلى من الهيدروكسيل.



- **الوسط المتعادل:** عنصرا الهيدروجين و الهيدروكسيل متواجدان بكميه متساويه ( أو بتراكيز متساويه).



- **الوسط القاعدي:** عنصر الهيدروجين متواجد بكميه قليله جدا (أو بتراكيز قليل)، أقل من الهيدروكسيل.

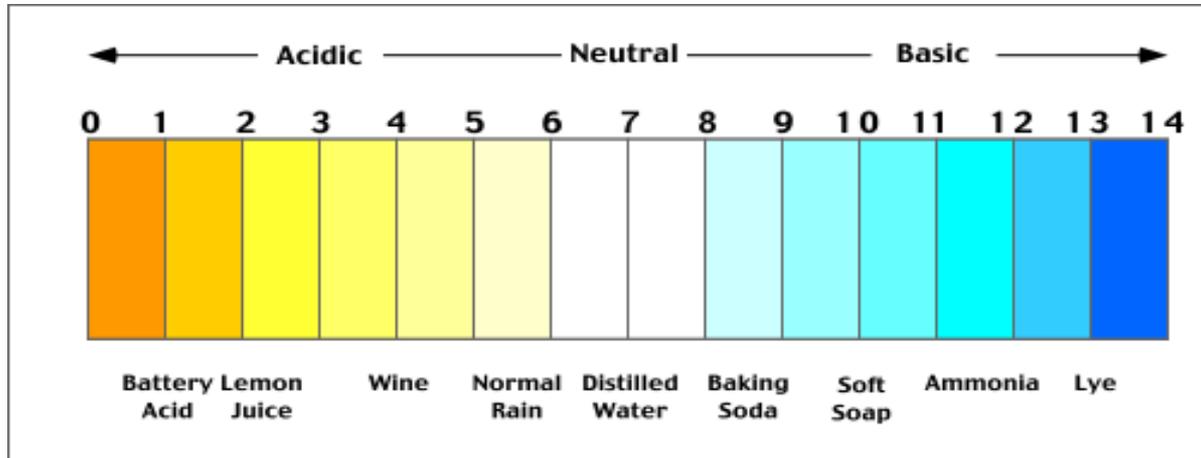
# قياس الرقم الهيدروجيني :

## ١- باستخدام pH meter

لقياس الرقم الهيدروجيني للمحاليل بدقة نستخدم جهاز خاص يسمى **pH meter**

يعطي قيمة ال pH للمحلول بين ٠ الى ١٤.

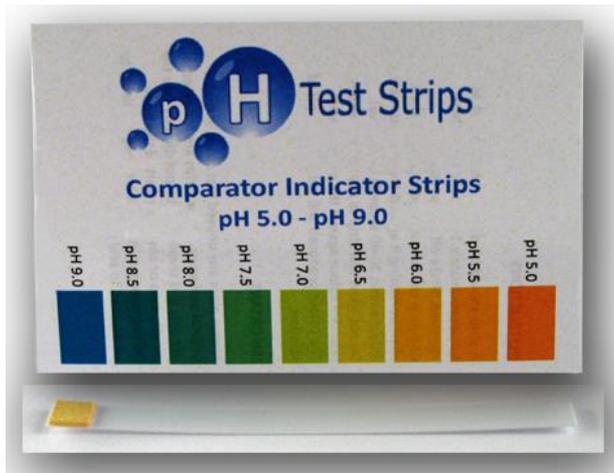




- الوسط الحامضي ← (الرقم الهيدروجيني من صفر الى اقل من ٧)
- الوسط المتعادل ← (الرقم الهيدروجيني = ٧)
- الوسط القاعدي ← (الرقم الهيدروجيني اعلى من ٧)

## ٢- باستخدام (Test strips)

- الطريقة غير دقيقة.



## المحاليل المنظمة:

هي المحاليل التي تقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني عند إضافة كميات قليلة من الأحماض أو القواعد، وهي تتكون من :

١- إما محلول من حمض ضعيف وقاعدته المقترنة (ملح الحمض الضعيف).

٢- وإما محلول من قاعدة ضعيفة وحمضها المقترن (ملح الحمض الضعيف).

كيفية عمل المحاليل المنظمة:

مثال:

عندما نستخدم المحلول المنظم [HA/A-] فإن:

الحالة أ:

عندما يضاف أيون  $H^+$  لهذا المحلول المنظم فإن  $H^+$  يتفاعل مع القاعدة المقترنة (الملح) ليعطي الحمض الضعيف.



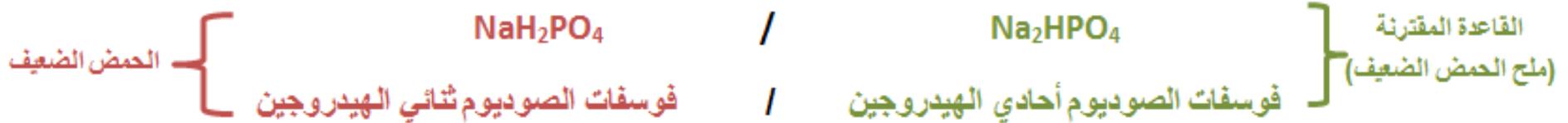
الحالة ب:

عندما يضاف  $OH^-$  لهذا المحلول المنظم فإن  $OH^-$  تتفاعل مع الحمض الضعيف لتعطي القاعدة المقترنة (الملح) وماء.



HA : هو شق الحمض الضعيف.

A- : هو شق القاعدة المقترنة او الملح.



# أهمية المحاليل المنظمة:

المحاليل المنظمة لها أهمية كبيرة في الأنظمة الكيميائية والبيولوجية بحيث تتميز السوائل الحيوية برقم هيدروجيني ثابت، ففي جسم الإنسان تختلف قيم الـ pH من سائل إلى آخر فمثلا في الدم تبلغ ٧,٤ بينما في العصارة المعدية تبلغ ١,٥. القيم تعتبر مناسبة ومثالية لعمل الإنزيمات وموازنة الضغط الأسموزي.

محلول البيكربونات المنظم الموجود في بلازما الدم يحافظ على ثبات قيمة رقم هيدروجيني تتراوح بين:  
(7.35 to 7.45)، و يتكون من حمض الكربونيك الضعيف ( $H_2CO_3$ )  
و ملح البيكربونات ( $HCO_3^-$ )

## معادلة هندرسون – هاسلبالخ Henderson-Hasselbalch equation:

وضع العالمان هندرسون – وهاسلبالخ المعادلة الأساسية التي توضح العلاقة بين الرقم الهيدروجيني ونسبة الحمض المقترن والقاعدة المقترنة. وهذه المعادلة لها أهميتها في فهم عمل وتحضير المحاليل المنظمة.

$$\text{pH} = \text{pka} + \log \frac{[A^-]}{[HA]}$$

حيث أن :

pH: هو الرقم الهيدروجيني.

Pka: رقم ثابت تفكك الحمض.

[A-]: تركيز الحمض القاعدة المقترنة (الملح).

[HA]: تركيز الحمض.

### ملاحظة:

يمكن استخدام المعادلة في حساب الرقم الهيدروجيني للمحاليل المنظمة إذا عرفت نسبة الحمض المقترن الى القاعدة المقترنه و pka للحمض

• من المعادلة السابقة نجد أن الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم يعتمد على عاملين هما :

١ – قيمة pka.

٢ – النسبة بين تركيز الحمض وتركيز القاعدة المقترنة.

## سعة المحلول المنظم (كفاءته):

تعبر عن مدى كفاءة مقاومة المحلول المنظم للتغير في الرقم الهيدروجيني.

## ملاحظات على سعة المحلول المنظم:

أولاً:

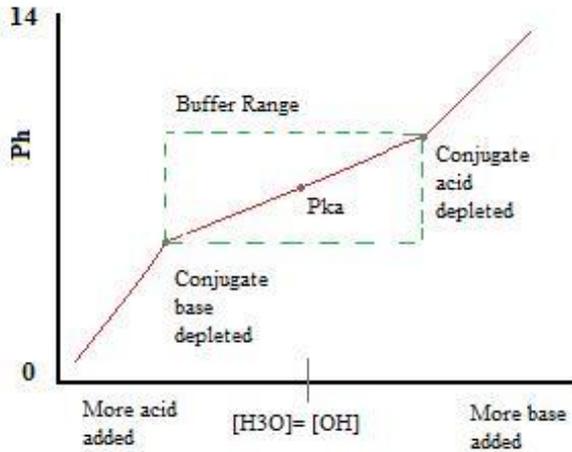
كل ما كان تركيز المحلول المنظم عالي كل ما كانت سعة ذلك المحلول المنظم ايضاً عاليه (علاقه طرديه).

مثال :

محلول منظم له تركيز = 0,5 مولار

محلول منظم له تركيز = 0,9 مولار

أيهم يمتلك كفاءه عاليه؟



ثانياً:

إذا كانت نسبة الحمض الضعيف والقاعدة المقتترنه متساوية فهذا يعني ان:

$$\frac{[A^-]}{[HA]} = 1$$

بالتعويض في المعادلة:

$$pH = pka + \log 1$$

$$pH = pka + 0$$



$$pH = pka$$

عند هذه النقطة المحلول المنظم يمتلك مقاومه عاليه لتغير pH

أي أن سعة المحلول المنظم أكبر ما يمكن عندما تكون النسبة بين الحمض المقتترن والقاعدة المقتترنه متساوية للواحد.

# تحضير محلول منظم:

المطلوب: تحضير محلول فوسفاتي تركيزه ٠,٢٥ مولار

وحجمه النهائي ١٠٠ مل, علما بأن  $pH = 7.4$  ,  $pka = 7.2$

الطريقة :

١.

المعطيات	المطلوب
$pka = 7.2$	تركيزه ٠,٢٥ مولار
$pH = 7.4$	وحجمه النهائي ٢٠٠ لتر
$NaH_2PO_4$ ، يعتبر الشق الحمضي الضعيف. [HA]	
$Na_2HPO_4$ ، يعتبر الشق القاعدي المقترن. [A-]	
الوزن الجزيئي لـ $NaH_2PO_4$ ١٤١,٩٦ جرام/مول	
الوزن الجزيئي لـ $Na_2HPO_4$ ١٧٧,٩٩ جرام/مول	

٢ . استخدام معادله هندرسون هاسلباخ لايجاد الكميات المطلوبه من الحمض المقترن والقاعدة المقترنه

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

نفترض ان :

$$[\text{A}^-] = y$$

$$[\text{HA}] = 0.25 - y$$

$$7.4 = 7.2 + \log \frac{[y]}{[0.25 - y]}$$

$$0.2 = \log \frac{[y]}{[0.25 - y]}$$

$$1.58 = \frac{[y]}{[0.25 - y]}$$

$$y = 0.395 - 1.58 y$$

$$1.58 y + y = 0.395$$

$$y = 0.15 \text{ M}$$

وهو تركيز [A-] في المحلول المنظم

$$[\text{HA}] = 0.25 - 0.15 = 0.1 \text{ M}$$

وهو تركيز [HA] في المحلول المنظم

• إيجاد الوزن المطلوب من [A-] بالجرامات :

$$* [A-] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

؟

$$0.15M = \frac{\quad}{0.1}$$

$$0.015 = \text{عدد المولات}$$

$$\frac{\text{الوزن بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئي للقاعدة المقترنة}} = \text{عدد المولات}$$

$$\text{الوزن} = \text{جرام} \dots\dots\dots$$

• إيجاد الوزن المطلوب من [HA] بالجرامات :

$$* [HA] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

؟

$$0.1M = \frac{\quad}{0.1}$$

$$0.01 = \text{عدد المولات}$$

$$\frac{\text{الوزن بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئي للشق الحمضي}} = \text{عدد المولات}$$

$$\text{الوزن} = \text{جرام} \dots \dots \dots$$

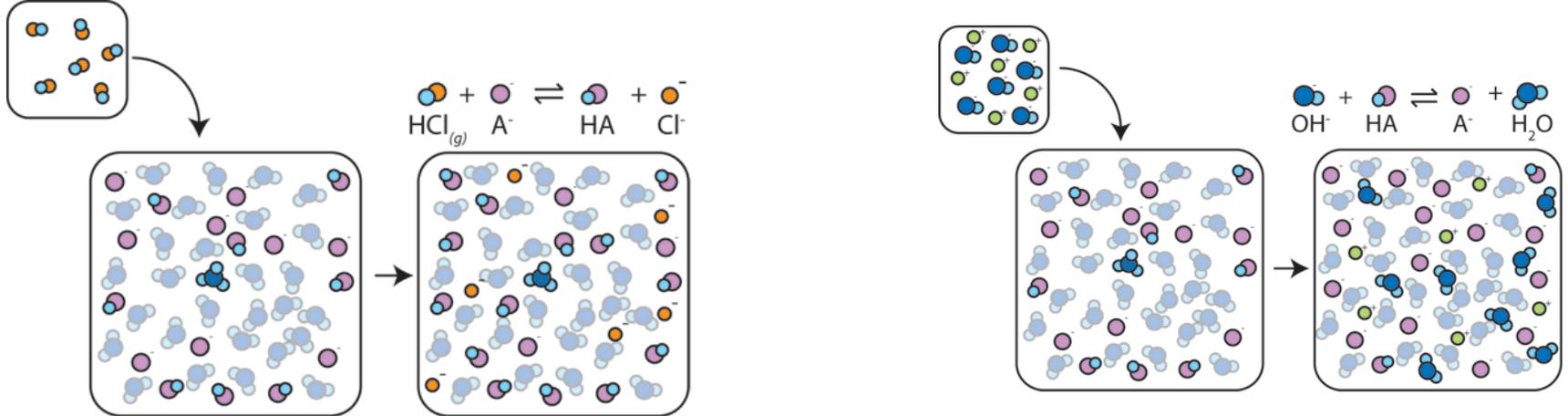
- توزن كلا المادتين وتذاب في كمية قليلة من الماء المقطر في كاس زجاجي .
- يقاس pH للمحلول بواسطة جهاز الـ pH meter ، ثم يضبط على قيمة الـ pH المطلوبه بواسطة حمض او قاعدة (pH=7.4)
- توضع الكمية في دورق حجمي سعته ١٠٠ مل، ثم نكمل الحجم الى (١٠٠ مل) بالماء المقطر ثم يرج جيدا.



## ٢- دراسة خواص المحلول المنظم :

### الفكرة الأساسية:

هل يتغير الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم تغيراً كبيراً أم يقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني عند إضافة حمض أو قاعدة إليه ومقارنة ذلك بما يحدث عند إضافة الحمض أو القاعدة إلى الماء المقطر .



## طريقة العمل:

اولا :دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام حمض الهيدروكلوريك HCl 0.1 M

- ضعي في كأس (أ) ٣٠ مل من الماء المقطر -
- و في كأس آخر (ب) ٣٠ مل من المحلول المنظم الفوسفاتي(الذي تم تحضيره في الجزء العملي) -
- يقاس الرقم الهيدروجيني pH لمحتويات كل من الكأسين باستخدام الجهاز الخاص بذلك.
- أضيفي لمحتويات كل من الكأسين كمية معينة من حمض الهيدروكلوريك المخفف ، وحركي كل من المحلولين جيدا بمحرك زجاجي نظيف .

## النتائج:

مدى التغير في pH بعد إضافة الحمض	pH للماء المقطر	pH للمحلول المنظم	حجم الحمض HCl 0.1 M
			0
			4 قطرات

## المناقشة:

اكتب تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب

ثانيا : دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام قاعدة هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$  0.1 M  
أعيدي التجربة السابقة مع استبدال حمض الهيدروكلوريك بقاعدة هيدروكسيد الصوديوم.

## النتائج :

مدى التغير في pH بعد إضافة القاعدة	pH للماء المقطر	pH للمحلول المنظم	حجم القاعدة $\text{NaOH}$ 0.1 M
			0
			4 قطرات

## المناقشة:

اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب.