

الكيمياء الحيوية العامة
(كيج ١٠١)

(1)

المحاليل المنظمة

Buffer solutions

الرقم الهيدروجيني pH :

- اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.

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

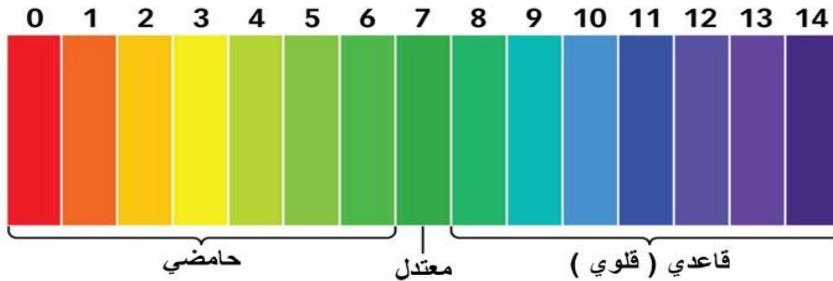
كلما زاد تركيز أيون الهيدروجين ← زادت حموضة المحلول ← قلت قيمة pH.

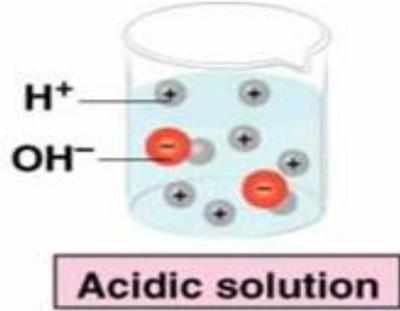
والتسلسل الهيدروجيني أو الرقم الهيدروجيني يبدأ من الرقم صفر وينتهي بالرقم ١٤.

الوسط الحمضي ← الرقم الهيدروجيني (pH) من صفر إلى أقل من ٧.

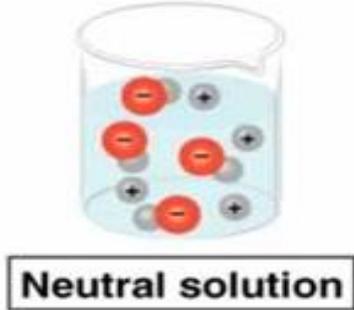
الوسط المتعادل ← الرقم الهيدروجيني (pH) = ٧.

الوسط القاعدي ← الرقم الهيدروجيني (pH) أعلى من ٧ إلى ١٤.

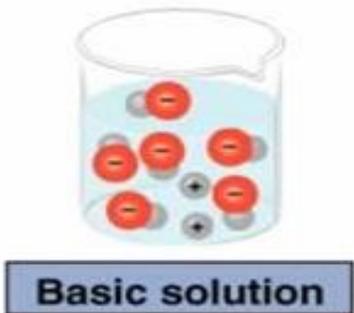




الوسط الحمضي: عنصر الهيدروجين متواجد بكمية كبيرة جدًا (أو تركيز عالي) أعلى من الهيدروكسيل.



الوسط المتعادل: عنصر الهيدروجين و الهيدروكسيل متواجدان بكمية متساوية (أو بتراكيز متساوية).



الوسط القاعدي: عنصر الهيدروجين متواجد بكمية قليلة جدًا (أو بتراكيز أقل) أقل من الهيدروكسيل.

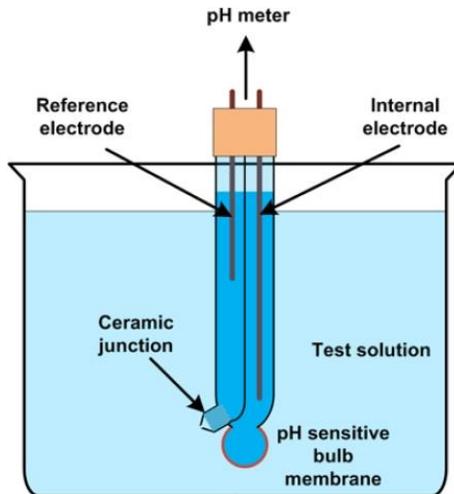
طرق قياس الرقم الهيدروجيني pH:

لقياس الرقم الهيدروجيني للمحاليل بدقة نستخدم جهاز خاص يسمى **pH meter** ، يتكون الجهاز من قطبين :

الأول: يسمى **قطب مرجعي** (reference electrode) يحتوي على محلول مشبع كلوريد البوتاسيوم يعمل اتصالاً كهربائياً بالمحلول.

الثاني: يسمى **قطب زجاجي** (glass electrode) ذو غشاء رقيق على شكل انتفاخ حساس ونفاذ لأيونات الهيدروجين (H^+).

يقيس هذا الجهاز الفرق بين القطبين، ويحوّله إلى رقم هيدروجيني من ٠ إلى ١٤.



طرق قياس الرقم الهيدروجيني pH:

الطريقة الثانية لقياس الرقم الهيدروجيني (وهي غير دقيقة) :

طريقة (Test strip) وهي طريقة تستخدم لقياس الرقم الهيدروجيني من خلال تغير في لون الشريط عند ملامسة المحلول.



المحاليل المنظمة Buffer solutions:

هي المحاليل التي **تقاوم** التغير في الرقم الهيدروجيني عند إضافة كميات قليلة من الأحماض أو القواعد القوية أو عند تخفيفها، وهي عبارة عن محلول لحمض ضعيف وأحد أملاحه (قاعدته المقترنة) أو قاعدة ضعيفة وأحد أملاحها (حمضه المقترن).

- تتكون المحاليل المنظمة من :

١. حمض ضعيف (حمض مقترن) + ملح الحمض الضعيف (القاعدة المرافقة للحمض – القاعدة المقترنة-).
- أو
٢. قاعدة ضعيفة (قاعدة مقترنة) + ملح القاعدة الضعيفة (الحمض المرافق للقاعدة – الحمض المقترن-).

أي أن المحلول المنظم بصفة عامة يتكون من :

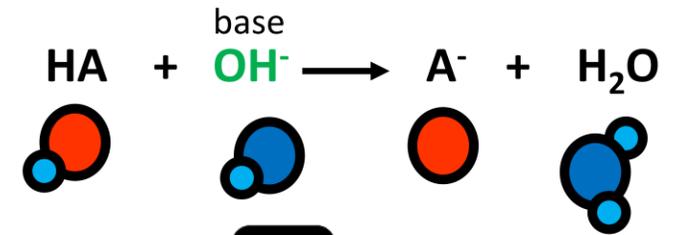
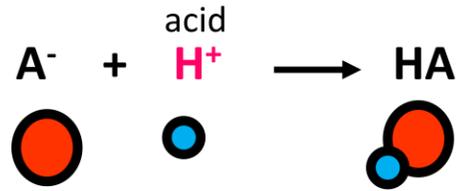
الحمض الضعيف + قاعدته المقترنة



القاعدة الضعيفة + حمضها المقترن

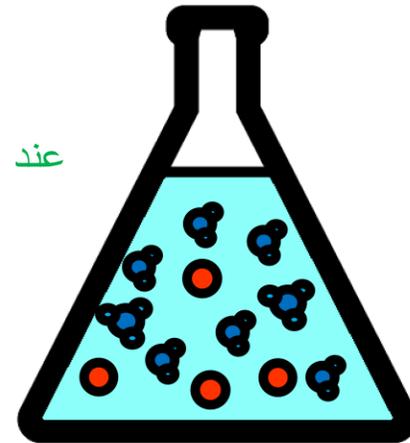
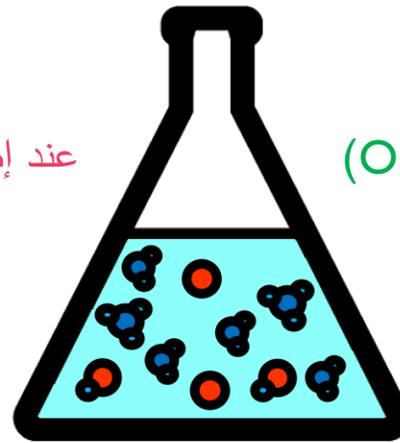
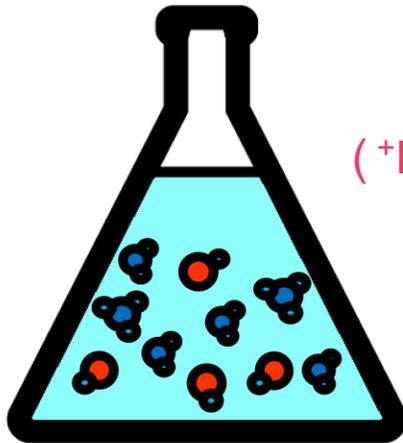


آلية عمل المحلول المنظم



عند إضافة الحمض (H^+)

عند إضافة القاعدة (OH^-)



محلول منظم

أمثلة على المحاليل المنظمة:

القاعدة المقترنة (ملح الحمض الضعيف)	الحمض الضعيف
أيون الخلات CH_3COO^-	حمض الخل CH_3COOH
فوسفات الصوديوم أحادية الهيدروجين Na_2HPO_4	فوسفات الصوديوم ثنائية الهيدروجين NaH_2PO_4

أهمية المحاليل المنظمة:

المحاليل المنظمة لها أهمية كبيرة في الأنظمة الكيميائية والبيولوجية بحيث تتميز السوائل الحيوية برقم هيدروجيني (pH) من سائل إلى آخر فمثلا في الدم تبلغ ٧.٤ ، بينما في العصارة المعدية تبلغ ١.٥ .

هذه القيم تعتبر مناسبة ومثالية لعمل الإنزيمات وموازنة الضغط الأسموزي ، ويتم الحفاظ عليها غالبًا عن طريق المحاليل المنظمة، ومن أهم المحاليل المنظمة في الأنظمة الحيوية هي الفوسفات والبيكربونات .

محلول البيكربونات المنظم الموجود في بلازما الدم يحافظ على ثبات قيمة الرقم هيدروجيني تتراوح بين :
(٧.٣٥-٧.٤٥)

يتكون من حمض الكربونيك الضعيف: (H₂CO₃)

وملح البيكربونات : (HCO₃⁻)

معادلة هندرسون-و هاسلباخ Henderson-Hasselbalch :

وضع العالمان هندرسون-و هاسلباخ المعادلة الأساسية التي توضح العلاقة بين:

١. الرقم الهيدروجيني.
٢. نسبة الحمض الضعيف.
٣. قاعدته المقترنة.

وهذه المعادلة لها أهمية في فهم عمل وتحضير المحاليل المنظمة :

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

من المعادلة السابقة نجد أن الرقم الهيدروجيني (pH) للمحلول المنظم يعتمد على عاملين هما :

- ١- قيمة pka .

- ٢- النسبة بين تركيز الحمض وتركيز القاعدة المقترنة.

ويمكن استخدام المعادلة في حساب الرقم الهيدروجيني للمحاليل المنظمة إذا عرفت نسبة الحمض المقترن الى القاعدة المقترنة و pka للحمض.

سعة المحلول المنظم (أو كفاءته) : Buffer solution capacity

تعبّر عن مدى مقاومة المحلول المنظم للتغير في الرقم الهيدروجيني، وتكون أكبر ما يمكن عندما تكون النسبة بين الحمض الضعيف وقاعدته المقترنة مساوية للواحد.

- إذا كانت النسبة بين الحمض المقترن و القاعدة المقترنة يساوي 1 فهذا يعني أن :

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

$$\text{pH} = \text{pka} + \log 1$$

$$\text{pH} = \text{pka} + 0$$

عند هذي النقطة المحلول المنظم يمتلك مقاومه عاليه لتغير pH ←

$$\text{pH} = \text{pka}$$

كل ما كان تركيز المحلول المنظم عالي كل ما كانت سعة ذلك المحلول المنظم عالية (علاقة طردية).
■ مثال :

محلول منظم تركيزه = 0.5 مولار.

محلول منظم تركيزه = 0.9 مولار. أيهما يمتلك كفاءه أعلى ؟

الجزء العملي



٢- دراسة خواص المحلول المنظم :

الفكرة الأساسية:

هل يتغير الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم تغيرًا كبيرًا 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:

أ- دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه ٠.١ M :

١. ضعي في كأس (أ) ٣٠ مل من الماء المقطر وفي كأس آخر (ب) ٣٠ مل من المحلول المنظم الفوسفاتي.
٢. يقاس الرقم الهيدروجيني pH لمحتويات كل من الكأسين باستخدام الجهاز الخاص بذلك.
٣. أضيفي لمحتويات كل من الكأسين كمية معينة من حمض الهيدروكلوريك المخفف، وحركي كل من المحلولين جيدا بمحرك زجاجي نظيف، ثم قيسي قيمة الرقم الهيدروجيني.

ب- دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام قاعدة هيدروكسيد الصوديوم 0.1M تركيزه NaOH:

١. أعيدي التجربة السابقة مع استبدال حمض الهيدروكلوريك بقاعدة هيدروكسيد الصوديوم.

النتائج:

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

مدى التغير في pH بعد إضافة القاعدة		للماء المقطر pH	pH للمحلول المنظم	حجم القاعدة 0.1M NaOH
للماء المقطر	للمحلول المنظم			•
				٤ قطرات

المناقشة:

قارني بين مقاومة كلاً من المحلول المنظم والماء للتغير في الرقم الهيدروجيني، مع التعليل.

الأسئلة:

من خلال نتائجك أكمل ما يلي:

- نقص ال pH بعد إضافة الحمض للمحلول المنظم بمقدار، بينما نقص pH بعد إضافة الحمض للماء المقطر بمقدار
← أيهما تغير له ال pH بدرجة كبيرة؟ وأيهما قاوم التغيير؟
- يزيد ال pH بعد إضافة القاعدة للمحلول المنظم بمقدار، بينما زاد pH بعد إضافة القاعدة للماء المقطر بمقدار
← أيهما تغير له ال pH بدرجة كبيرة؟ وأيهما قاوم التغيير؟