(1)
المحاليل المنظمة
Buffer solutions

الرقم الهيدروجيني pH :

- اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.

$$pH = - \log [H^+]$$

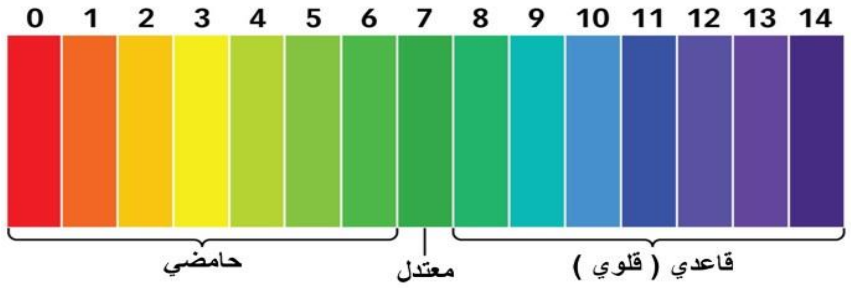
كلما زاد تركيز أيون الهيدروجين ← زادت حموضة المحلول ← قلت قيمة pH.

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

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

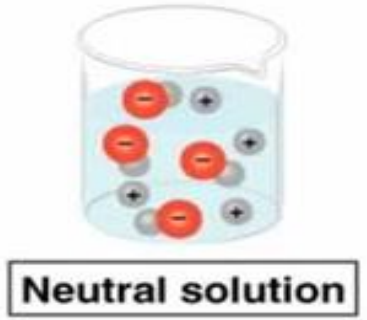
الوسط المتعادل ← الرقم الهيدروجيني (pH) =٧ .

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



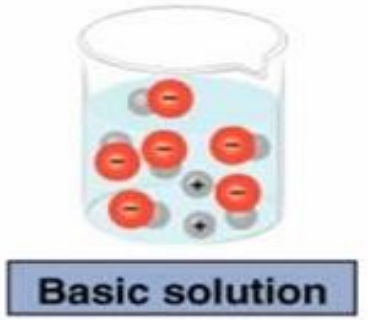
$H^+ > OH^-$

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



$H^+ = OH^-$

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



$H^+ < OH^-$

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

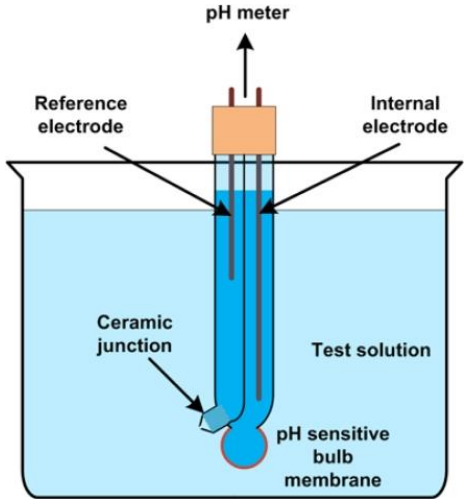
طرق قياس الرقم الهيدروجيني pH:

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 اتصالًا كهربائيًا بالمحلول.

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

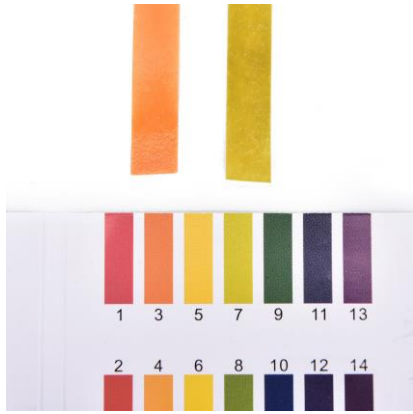
يقيس هذا الجهاز الفرق بين القطبين، ويحوله إلى رقم هيدروجيني من ٠ الى ١٤.



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 :

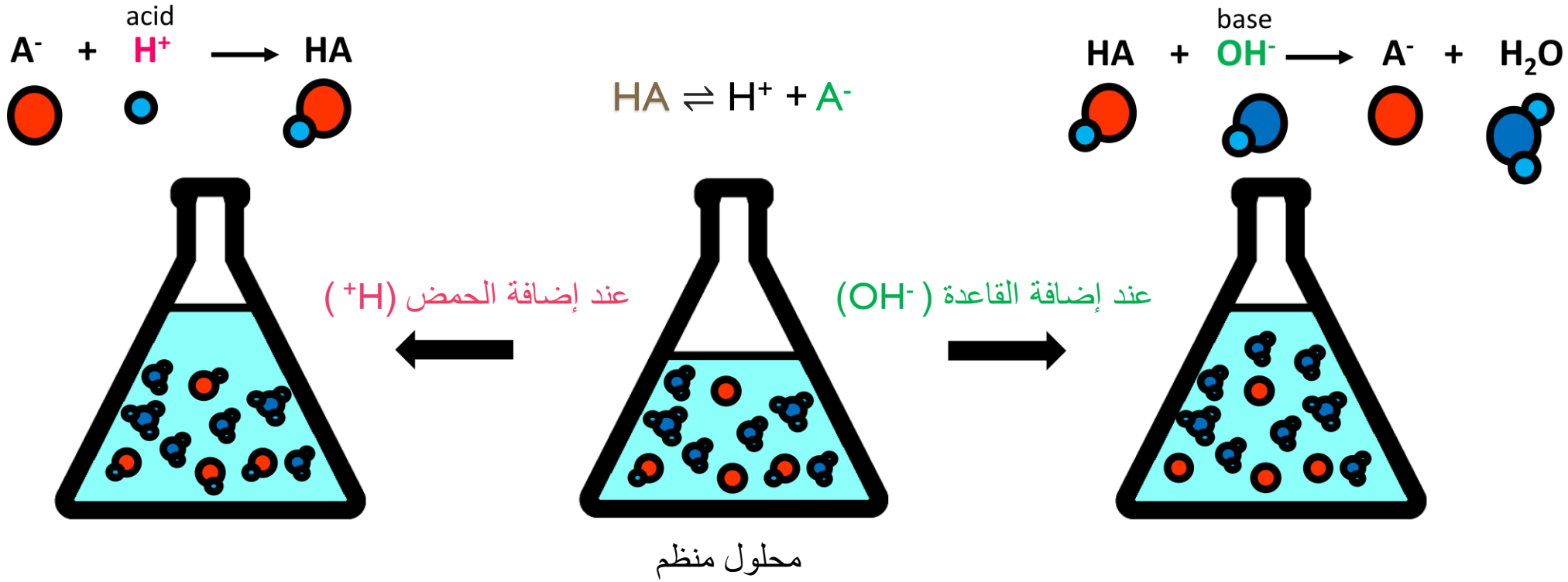
الحمض الضعيف + قاعدته المقترنة

$$HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$$

القاعدة الضعيفة + حمضها المقترن

$$BOH \rightleftharpoons B^+ + OH^-$$

آلية عمل المحلول المنظم



أمثلة على المحاليل المنظمة:

الحمض الضعيف	القاعدة المقترنة (ملح الحمض الضعيف)
حمض الخل CH_3COOH	أيون الخلات CH_3COO^-
فوسفات الصوديوم ثنائية الهيدروجين NaH_2PO_4	فوسفات الصوديوم أحادية الهيدروجين Na_2HPO_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: ($H2CO_3$)

وملح البيكربونات : (HCO_3^-)

معادلة هندرسون-وهاسلباخ Henderson-Hasselbalch :

وضع العالمان هندرسون-وهاسلباخ 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 :

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

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 :

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

- اذا كانت النسبة بين الحمض المقترن و القاعدة المقترنة يساوي ١ فهذا يعني أن :

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

$$pH = pka + \log 1$$

$$pH = pka + 0$$

$$pH = pka$$

← عند هذي النقطه المحلول المنظم يمتلك مقاومه عاليه لتغير pH

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

- مثال :

محلول منظم تركيزه = ٠.٥ مولار.

محلول منظم تركيزه = ٠.٩ مولار. أيهما يمتلك كفاءه أعلى ؟

الجزء العملي

٢ـ 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:

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

١. ضعي في كأس (أ) ٣٠ مل من الماء المقطر وفي كأس آخر (ب) ٣٠ مل من المحلول المنظم الفوسفاتي.
٢. يقاس الرقم الهيدروجينيpH 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 الصوديوم0.1M تركيزه NaOH:

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

النتائج:

أ.

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

ب.

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

المناقشة:

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

الأسئلة:

من خلال نتائجك أكملي 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 ؟