

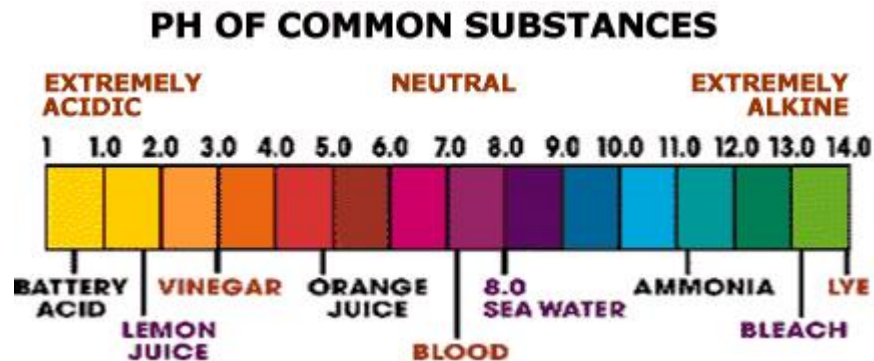
(2)
المحاليل المنظمة
Buffer solutions

الرقم الهيدروجيني pH :

أقترح العالم سورنسن Sorensen طريقة للتعبير عن وسط حموضة المحاليل باستخدام الرقم الهيدروجيني الذي يعرف بأنه :

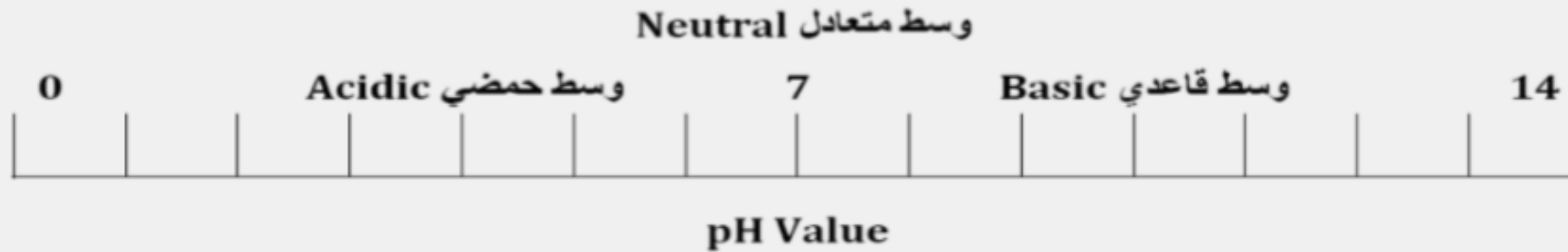
اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.

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

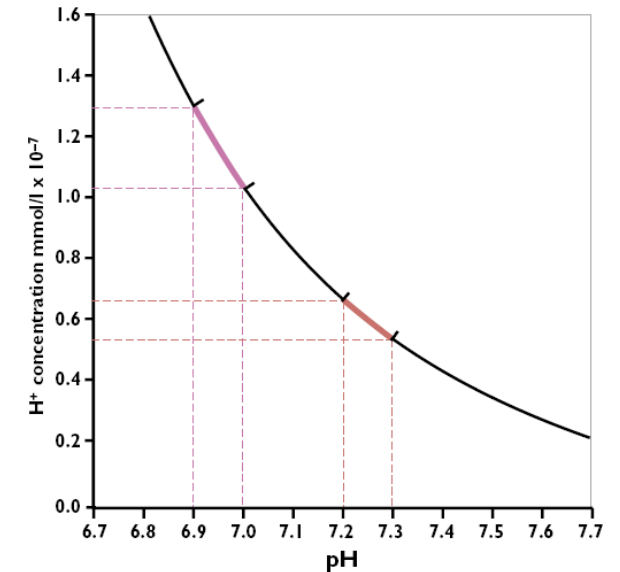


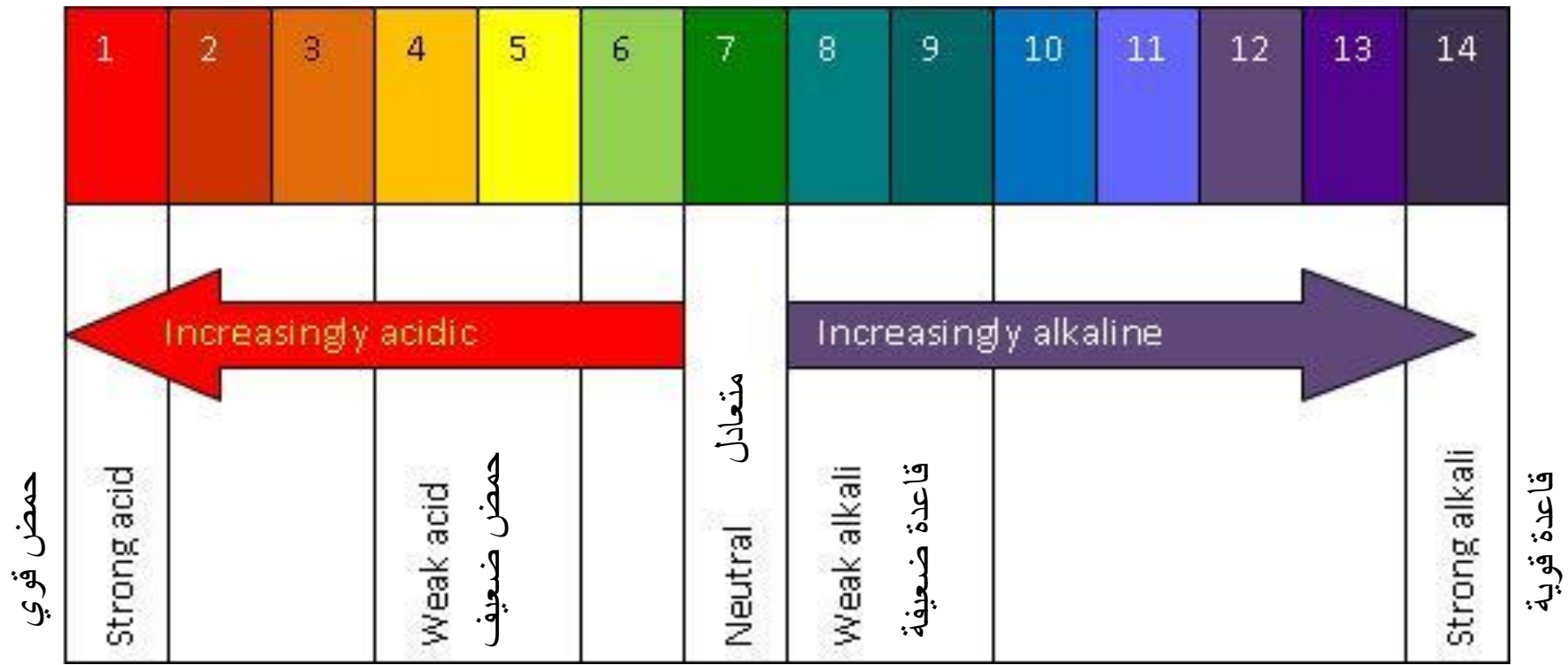
$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

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



علاقة عكسية
Inverse relationship

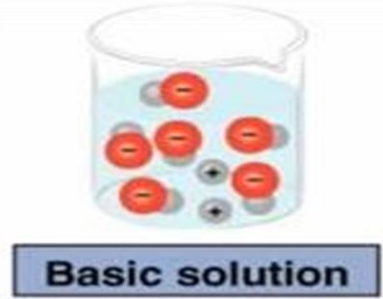




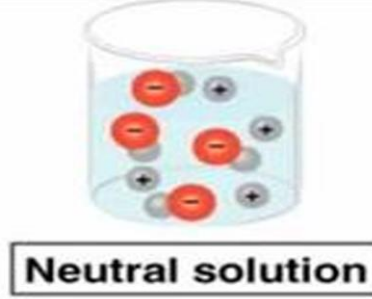
الوسط الحمضي ← الرقم الهيدروجيني (pH) من صفر إلى أقل من 7.

الوسط المتعادل ← الرقم الهيدروجيني (pH) = 7 .

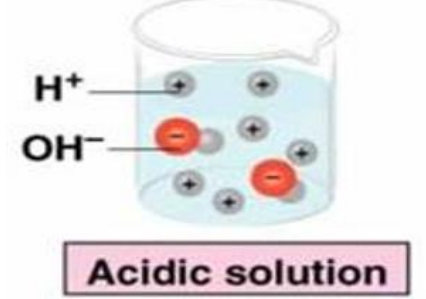
الوسط القاعدي ← الرقم الهيدروجيني (pH) أعلى من 7 إلى 14 .



الوسط القاعدي :
أيون الهيدروجين متواجد
بكمية قليلة جدا (أو بتركيز
قليل) أقل من الهيدروكسيل.



الوسط المتعادل :
أيون الهيدروجين و الهيدروكسيل
متواجدان بكمية متساوية
(أو بتركيز متساوية).



الوسط الحمضي :
أيون الهيدروجين (H^+)
متواجد بكمية كبيرة جدا (أو
بتركيز عالي) أعلى من أيون
الهيدروكسيل (OH^-).

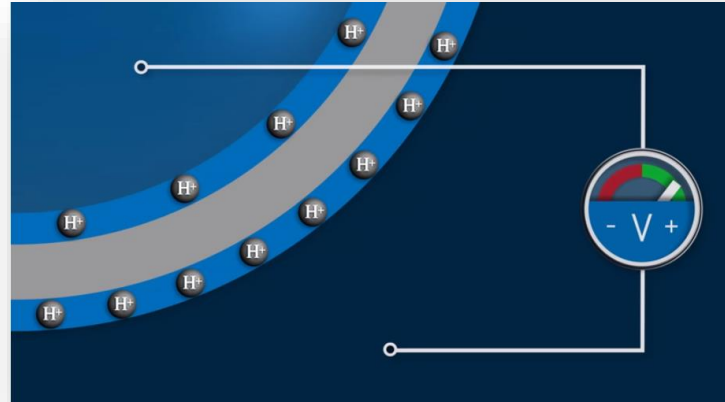
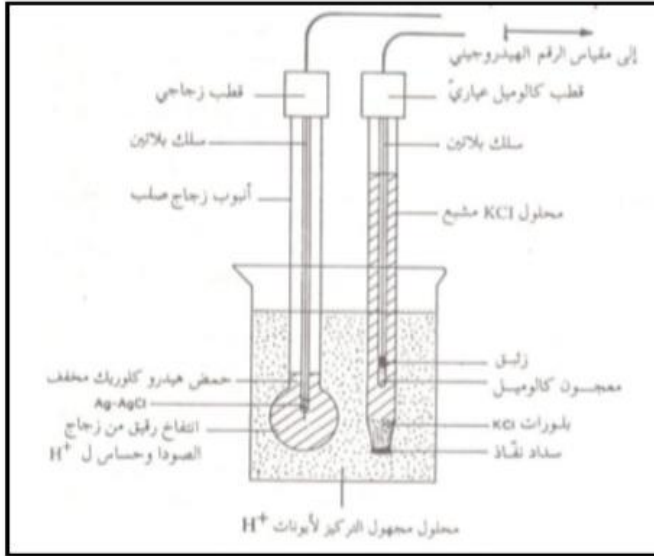


طرق قياس الرقم الهيدروجيني pH :

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.

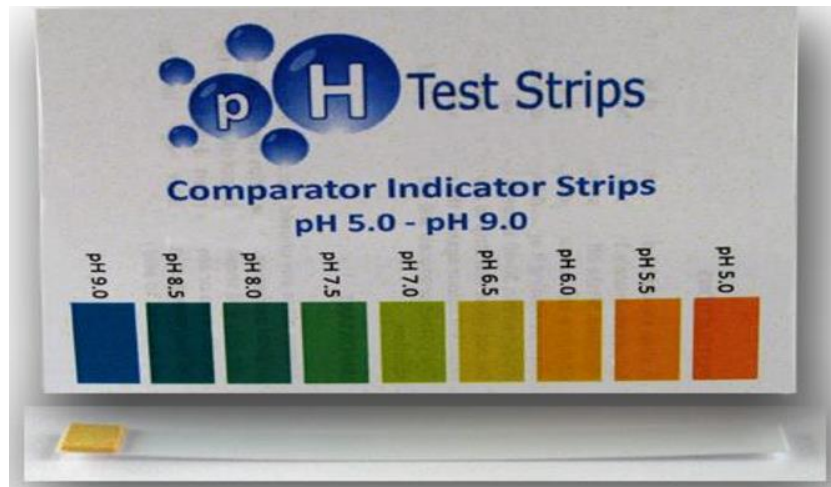
الثاني: يسمى **قطب زجاجي (glass electrode)** ذو غشاء رقيق على شكل انتفاخ حساس ونفاذ لأيونات الهيدروجين (H^+).



طرق قياس الرقم الهيدروجيني pH :

الطريقة الثانية لقياس الرقم الهيدروجيني (وهي غير دقيقة) :

طريقة (Test strip)



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) .

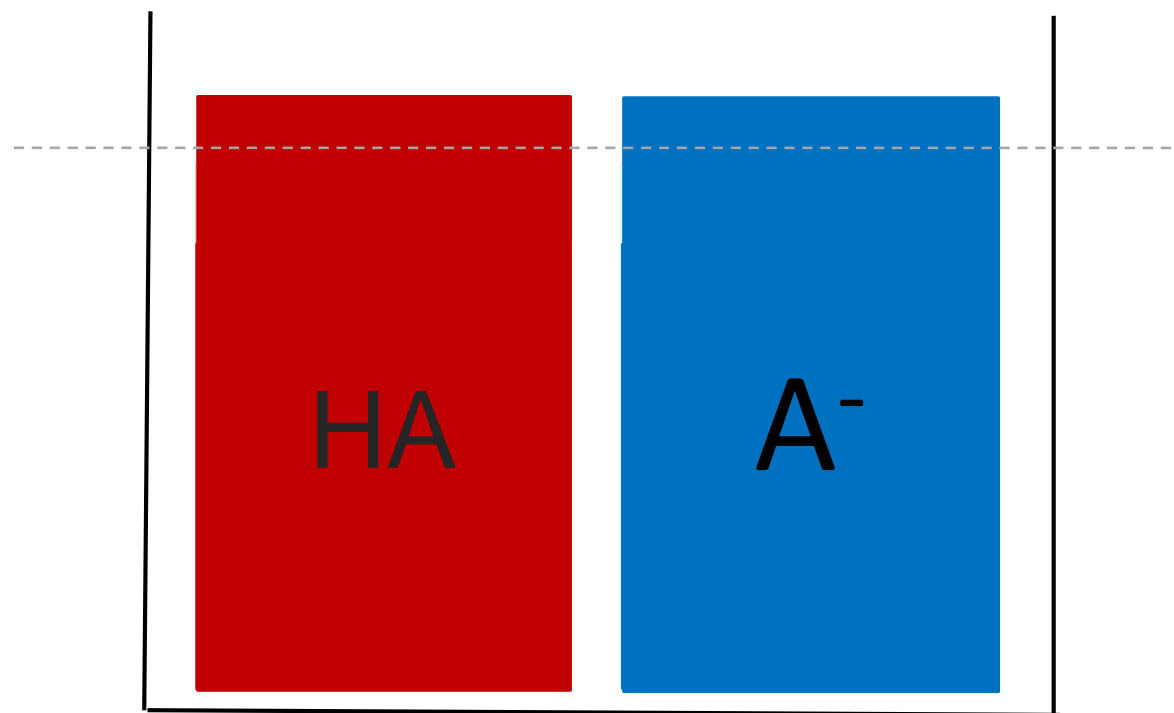
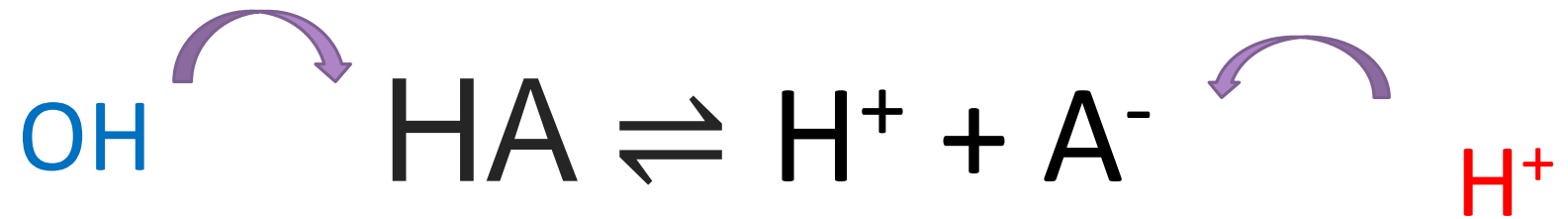
مم تتكون المحاليل المنظمة؟

• تتكون المحاليل المنظمة عادة من:

1- حمض ضعيف + ملح الحمض الضعيف
(حمض مقترن) [القاعدة المرافقة للحمض (القاعدة المقترنة)]

2- قاعدة ضعيفة + ملح القاعدة الضعيفة
(قاعدة مقترنة) [الحمض المرافق للقاعدة (الحمض المقترن)].

أي أن المحلول المنظم بصفة عامة يتكون من :
الحمض المقتزن + قاعدته المقتزنة
 $HA \rightleftharpoons H^+ + A^-$



أمثلة على المحاليل المنظمة :

القاعدة المقترنة (ملح الحمض الضعيف)	الحمض الضعيف
أيون الأسيتات 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 7.4 ، بينما في العصارة المعدية تبلغ 1.5 (why?).

هذه القيم تعتبر مناسبة ومثالية لعمل الإنزيمات وموازنة الضغط الأسموزي ، ويتم الحفاظ عليها غالبا عن طريق المحاليل المنظمة وأهم المحاليل المنظمة هي الفوسفات والبيكربونات .

محلول البيكربونات المنظم الموجود في **بلازما الدم** يحافظ على ثبات قيمة الرقم هيدروجيني تتراوح بين :

(7.35 to 7.45)

يتكون من حمض الكربونيك الضعيف:

(H₂CO₃)

وملح البيكربونات :

(HCO₃⁻)

معادلة هندرسون-وهاسلباخ Henderson-Hasselbalch:

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

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

- من المعادلة السابقة نجد أن الرقم الهيدروجيني (pH) للمحلول المنظم يعتمد على عاملين هما:
- 1- قيمة pka.
 - 2- النسبة بين تركيز الحمض وتركيز القاعدة المقترنة.

ويمكن استخدام المعادلة في حساب الرقم الهيدروجيني للمحاليل المنظمة إذا عرفت نسبة الحمض المقترن إلى 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 والمقترن والقاعدة المقترنة مساوية للوحد.

← إذا كانت النسبة بين الحمض والمقترن و القاعدة المقترنة يساوي 1 فهذا يعني أن :

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

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

$$\text{pH} = \text{pKa}$$

عند هذي النقطة المحلول المنظم يمتلك مقاومه عاليه لتغير pH

- ملاحظة على سعة المحلول المنظم:

كل ما كان تركيز المحلول المنظم عالي كل ما كانت سعة ذلك المحلول المنظم ايضاً عالية (علاقة طردية). (why?)
- مثال :

محلول منظم تركيزه = 0.5 مولار.

محلول منظم تركيزه = 0.9 مولار.

أيهما يمتلك كفاءه أعلى ؟

الجزء العملي

تحضير محلول فوسفاتي
(preparation of
(phosphate buffer



دراسة خواصه
Properties of)
(buffer solution

1- تحضير محلول منظم :

المطلوب: تحضير محلول فوسفاتي تركيزه 0.25M و pH=7.4 و (pKa =7.2) وحجمه النهائي 1 لتر

الطريقة:

1. لابد من معرفة مكونات المحلول المنظم , المحلول الفوسفاتي مكون من:
NaH₂PO₄ فوسفات الصوديوم ثنائية الهيدروجين , يعتبر الشق الحمضي المقترن
Na₂HPO₄ فوسفات الصوديوم أحادية الهيدروجين , يعتبر الشق القاعدي المقترن
2. استخدام معادله هندرسون هاسلباخ لايجاد الكميات المطلوبه من الحمض المقترن والقاعدة المقترنه

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

نفترض ان :

$$[A] = y \quad \& \quad [HA] = 0.25 - y$$

$$7.4 = 7.2 + \log \frac{Y}{0.25 - Y}$$

$$0.2 = \log \frac{Y}{0.25 - Y}$$

$$1.58 = \frac{Y}{0.25 - Y}$$

$$Y = 0.395 - 1.58 Y$$

$$1.58 Y + Y = 0.395$$

$$Y = 0.153 \text{ M} = [\text{A}^-]$$

$$[\text{HA}] = 0.25 - 0.153 = 0.097 \text{ M}$$

تحويل التراكيز إلى جرامات

[A-]

$$* [A^-] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{الحجم باللتر}}$$

$$0.153M = \frac{??}{1}$$

$$0.153 = \text{عدد المولات}$$

$$\frac{\text{الوزن بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئي للقاعده المقترنه}} = \text{عدد المولات}$$

$$\text{الوزن} = \text{.....جرام}$$

[HA]

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

$$0.097M = \frac{??}{1}$$

$$0.097 = \text{عدد المولات}$$

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

$$\text{الوزن} = \text{.....جرام}$$

- يوزن كلا المادتين ويوضع في 500 مل من الماء المقطر في كاس زجاجي الى ان يتم الذوبان تماما.
- يقاس pH للمحلول بواسطة جهاز ال pH meter , ثم يضبط على قيمة ال pH المطلوبه بواسطة حمض او قاعدة (pH=7.4)
- توضع الكمية في دورق حجمي سعته 1 لتر , ثم نكمل الحجم الى 1 لتر (1000مل) بالماء المقطر ثم يرج جيدا.



2- دراسة خواص محلول منظم :

الفكرة الأساسية:

هل يتغير الرقم الهيدروجيني (pH) للمحلول المنظم تغيرا كبيرا أم يقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني عند إضافة حمض أو قاعدة إليه ومقارنة ذلك بما يحدث عند إضافة الحمض أو القاعدة إلى الماء المقطر.

المواد و الأدوات المطلوبة:

- 1 - كاسين (سعة كل منهما 50 ml) ومحرك زجاجي
- 2 - جهاز القياس الهيدروجيني pH meter
- 3 - محلول منظم فوسفاتي رقمه الهيدروجيني $\text{pH}=7.4$ (المحضر بالجزء العملي السابق)
- 4 - حمض هيدروكلوريك HCl مخفف تركيزه 0.1 M
- 5 - محلول هيدروكسيد صوديوم NaOH مخفف تركيزه 0.1 M

طريقة العمل:

اولا :دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام حمض الهيدروكلوريك $\text{HCl } 0.1 \text{ M}$

- ضع في كأس (أ) 40 ml من الماء المقطر وفي كأس آخر (ب) 40 ml من المحلول المنظم الفوسفاتي (الذي تم تحضيره بالجزء العملي)
- يقاس الرقم الهيدروجيني (pH) لمحتويات كل من الكاسين باستخدام الجهاز الخاص بذلك
- أضف لمحتويات كل من الكاسين كمية معينة من حمض الهيدروكلوريك المخفف ، وحرك كل من المحلولين جيدا بمحرك زجاجي نظيف .

النتائج:

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

المناقشة:

اكتب تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب.

ثانياً: دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام قاعدة

NaOH 0.1 M هيدروكسيد الصوديوم

أعدي 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 0.1M NaOH
للماء المقطر	للمحلول المنظم			0
				4 قطرات

المناقشة:

اكتب تعليقك على كل نتيجة حصلت عليها مع ذكر السبب.

....انتهی بحمد اللہ