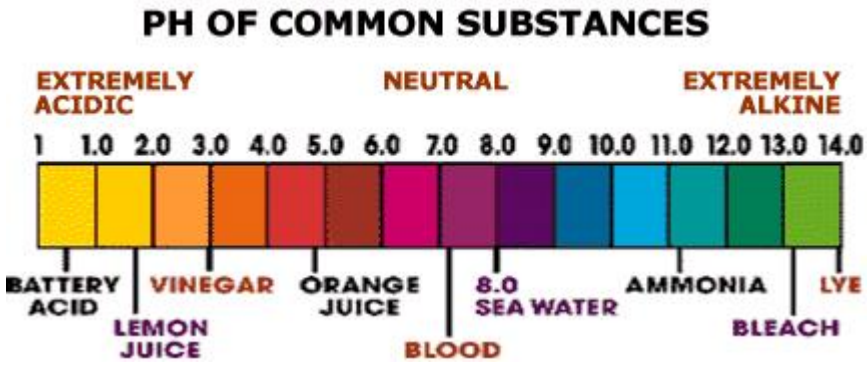
(2)
المحاليل المنظمة
Buffer solutions

الرقم الهيدروجيني pH :

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

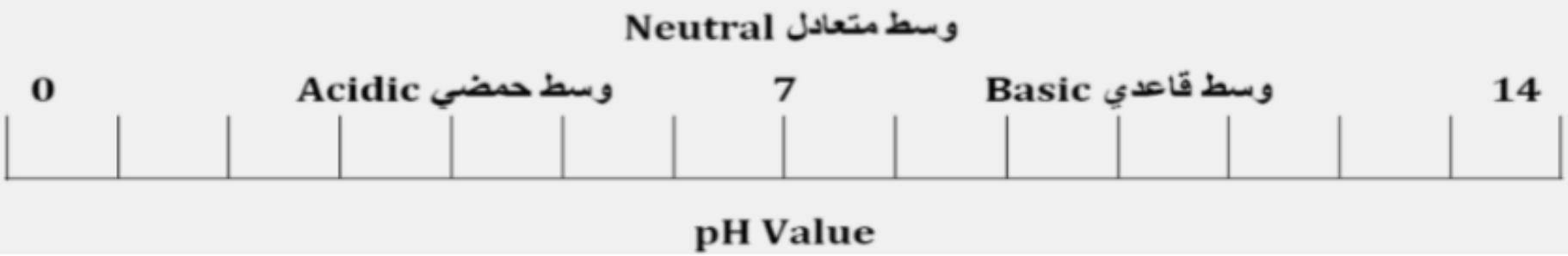
اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.

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

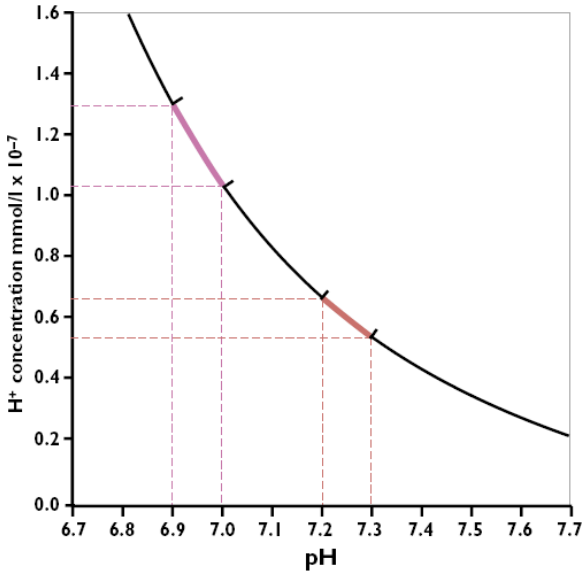


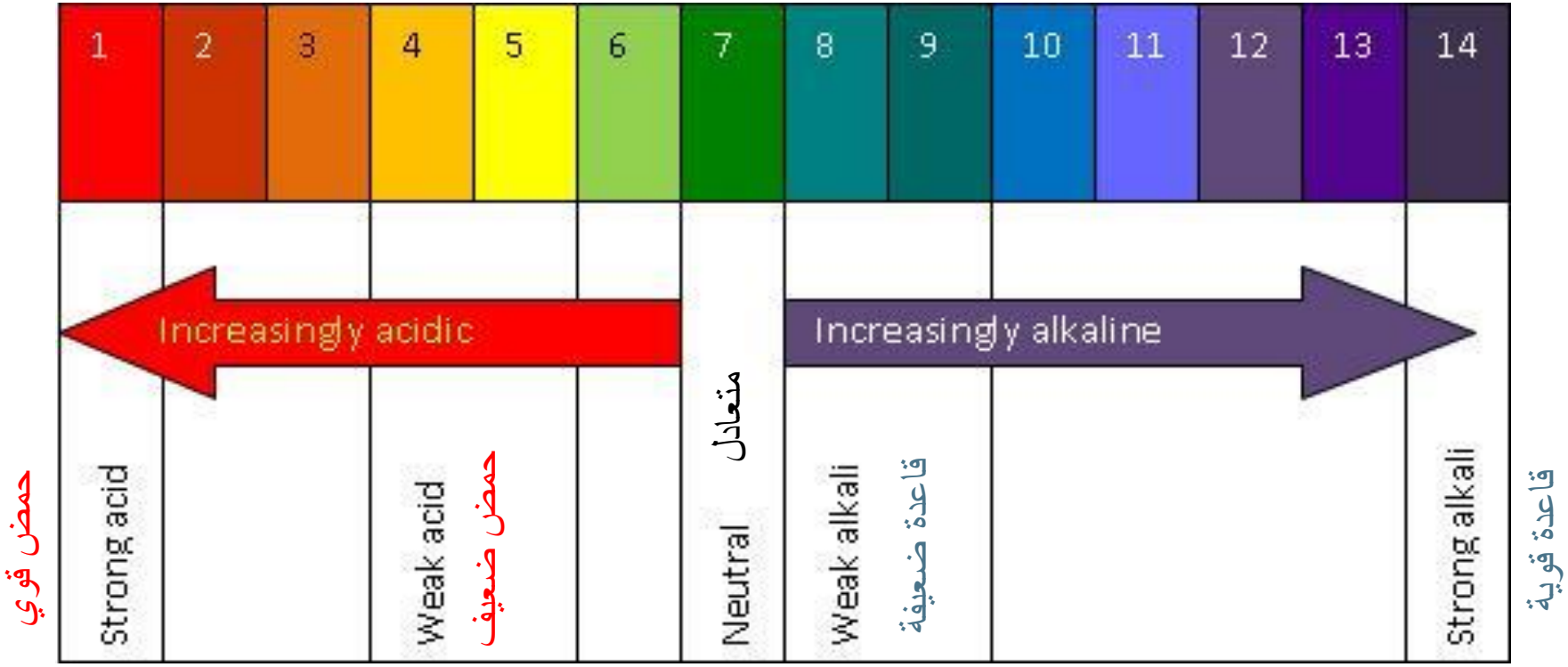
$pH = -\log [H^+]$

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



علاقة عكسية
Inverse relationship

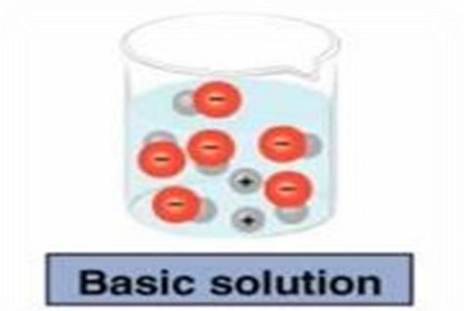




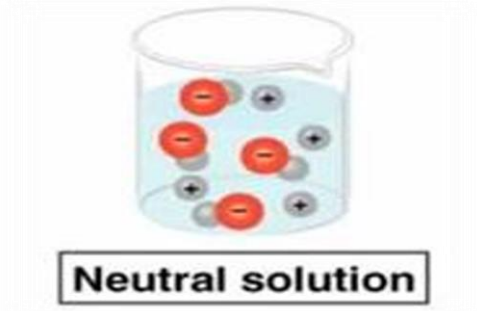
الوسط الحمضي ← الرقم الهيدروجيني (pH) من صفر إلى أقل من 7.

الوسط المتعادل ← الرقم الهيدروجيني (pH) =7 .

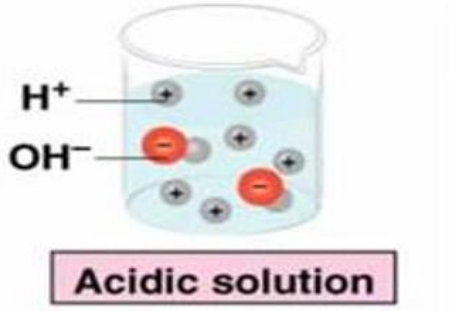
الوسط القاعدي ← الرقم الهيدروجيني (pH) أعلى من 7 إلى 14 .



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



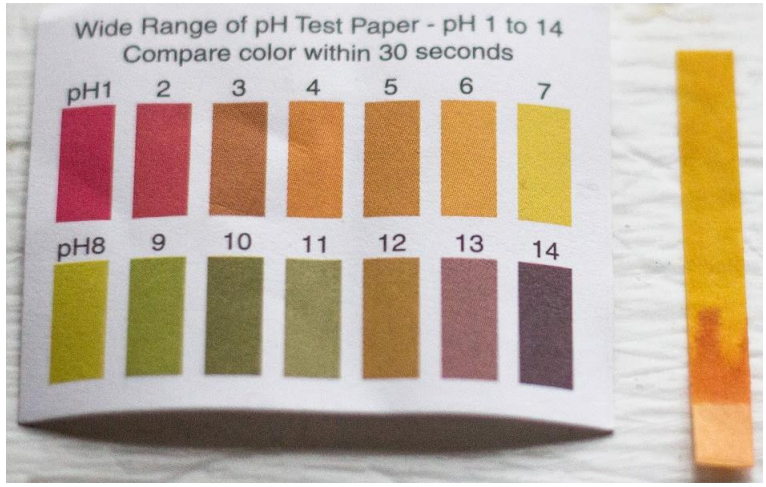
الوسط المتعادل :
أيون الهيدروجين و الهيدروكسيل متواجدان بكميه متساويه (او بتراكيز متساويه).



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

طرق قياس الرقم الهيدروجيني pH :

1. باستخدام جهاز جهاز خاص يسمى pH meter ← وهي طريقه دقيقة لقياس الرقم الهيدروجيني للمحاليل.



2. طريقة (Test strip) ← وهي طريقة غير دقيقة.

المحاليل المنظمة Buffer solutions:

هي المحاليل التي تقاوم التغير في الرقم الهيدروجيني عند إضافة كميات قليلة من الأحماض أو القواعد.

- **تتكون المحاليل المنظمة من :**

1. حمض ضعيف (حمض مقترن) + ملح الحمض الضعيف (القاعدة المرافقة للحمض –القاعدة المقترنة-).

أو

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

أي أن المحلول المنظم بصفة عامة يتكون من :

الحمض المقترن + قاعدته المقترنة

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

كيفية عمل المحاليل المنظمة:

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.

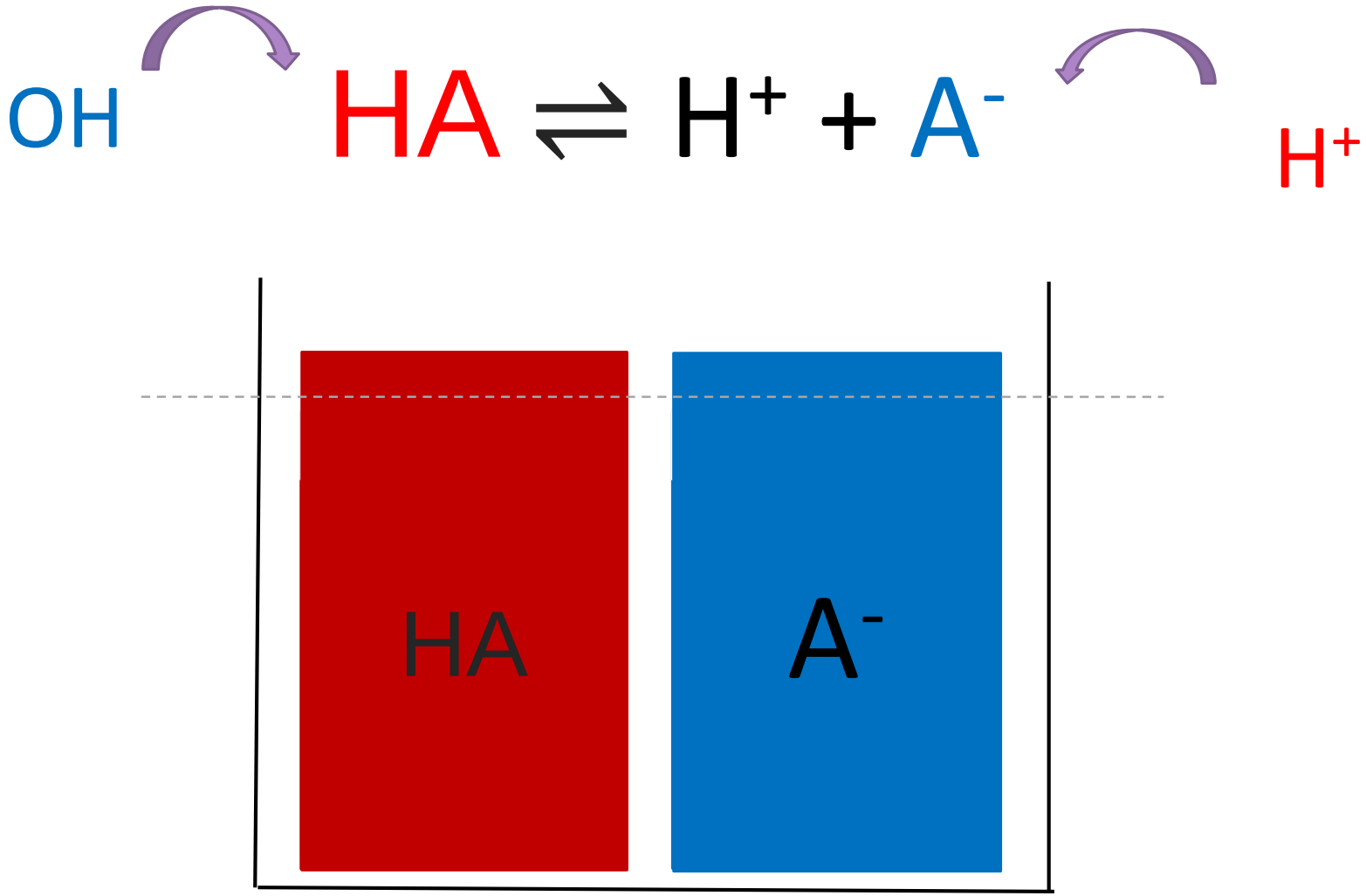
$$A^- \xrightarrow{H^+} HA$$

الحالة ب:

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

$$HA \xrightarrow{OH^-} A^- + H_2O$$

HA : هو شق الحمض الضعيف.
A- : هو شق القاعدة المقترنة او الملح.


OH
HA ⇌ H+ + A-
H+
HA
A-

أمثلة على المحاليل المنظمة :

الحمض الضعيف	القاعدة المقترنة (ملح الحمض الضعيف)
حمض الخل CH_3COOH	أيون الأسيتات 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 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:
(H_2CO_3)
وملح البيكربونات :
(HCO^{3-})

معادلة هندرسون-وهاسلباخ Henderson-Hasselbalch:

وضع العالمان هندرسون-وهاسلباخ المعادلة الأساسية التي توضح العلاقة بين الرقم الهيروجيني ونسبة الحمض الضعيف وقاعدته المقترنة.
وهذه المعادلة لها أهميتها 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 :
1- قيمة pka.
2-النسبة بين تركيز الحمض وتركيز القاعدة المقترنة ($[A^-]/[HA]$).

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

سعة المحلول المنظم (أو كفاءته) buffer solution capacity :

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

ـ ملاحظات على سعة المحلول المنظم:

أولاً:

- كل ما كان تركيز المحلول المنظم عالي كل ما كانت سعة ذلك المحلول المنظم ايضاًعالية (علاقة طردية). (why?)

- مثال :

محلول منظم تركيزه = 0.5 مولار.

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

ثانياً:

- تكون أكبر ما يمكن عندما تكون النسبة بين الحمض الضعيف وقاعدته المقترنة مساوية للواحد.

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

$pH = pka + \log 1$

$pH = pka + 0$

$pH = pka$

عند هذه النقطة المحلول المنظم يمتلك مقاومة عالية لتغير الرقم الهيدروجيني

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 وحجمه النهائي 0.1 لتر (100مل) علماً بأن :
pH=7.4 و pKa =7.2

الطريقة:

1. لابد من معرفة مكونات المحلول المنظم , المحلول الفوسفاتي مكون من:
NaH2PO4 فوسفات الصوديوم ثنائية الهيدروجين , **يعتبر الشق الحمضي المقترن**
Na2HPO4فوسفات الصوديوم أحادية الهيدروجين , **يعتبر الشق القاعدي المقترن**

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

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

- لتحضير المحلول يجب معرفة الوزن بالجرام لكل من الحمض المقترن (NaH_2PO_4) وقاعدته المقترنة (Na_2HPO_4).

  الوزن بالجرام = عدد المولات x الوزن الجزيئي للمادة

- إذن يجب إيجاد عدد المولات للحمض المقترن وقاعدته المقترنة لمعرفة الوزن بالجرام لكلاً منهما .

  عدد المولات = الحجم باللتر x التركيز بالمولارية

- لإيجاد التركيز بالمولار لكلا من الحمض والقاعدة المقترنة نقوم بما يلي :

ملاحظة : 0.25 M في المعطيات هو تركيز المحلول المنظم (نريد التركيز لكلاً من الحمض والقاعدة المقترنة).

المعطيات :

- pH المحلول المنظم = 7.4
- pKa =7.2
- تركيز المحلول المنظم 0.25M
- الحجم النهائي للمحلول 100 مل (0.1 لتر)

المطلوب :

- تركيز الحمض [HA]
- تركيز القاعدة[A-]

أولاً:

بما أن تركيز المحلول المنظم هو 0.25 مولار فهذا يعني أن :

تركيز الحمض المقترن + القاعدة المقترنة = 0.25 مولار

⬅ لو رمزنا إلى تركيز القاعدة ب (y)

فإن تركيز الحمض المقترن سيكون (0.25-y)

أي :

[A] = y و [HA]=0.25-y

ثانياً نعوض في المعادلة لإيجاد التراكيز :

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

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

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

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

$$y = 0.395 - 1.58\ y$$

$$1.58\ y + y = 0.395$$

y= 0.15 M

وهو تركيز [A-] في المحلول المنظم

$$[HA] = 0.25 - y$$

$$[HA] = 0.25 - 0.15 = 0.1M$$

وهو تركيز [HA] في المحلول المنظم

إيجاد الجرامات بدلالة التراكيز

[HA]

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

$$0.1M = \frac{؟}{0.1}$$

عدد المولات = 0.01

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

الوزن = ...جرام

[A^-]

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

$$0.15M = \frac{؟}{0.1}$$

عدد المولات = 0.015 مول

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

الوزن = ...جرام

1. توزن كلا المادتين وتذاب في كمية قليلة من الماء المقطر في كاس زجاجي .
2. يقاس الرقم الهيدروجيني للمحلول بواسطة جهاز ال pH meter ، ويضبط على قيمة ال pH= 7.4 بواسطة حمض أو قاعدة.
3. توضع الكمية في دورق حجمي سعته 100 مل ثم نكمل الحجم إلى 0.1 لتر(100مل) بالماء المقطر، ثم يرج جيداً.

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.

الطريقة:

أ- دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 0.1M :

1. ضعي في كأس (أ) 40 من الماء المقطر وفي كأس آخر (ب) 40 مل من المحلول المنظم الفوسفاتي (الذي تم تحضيره بالجزء السابق).
2. يقاس الرقم الهيدروجيني pH لمحتويات كل من الكأسين باستخدام الجهاز الخاص بذلك.
3. أضيفي لمحتويات كل من الكأسين كمية معينة من حمض الهيدروكلوريك المخفف، وحركي كل من المحلولين جيداً بمحرك زجاجي نظيف.

ب- دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام حمض الهيدروكلوريك HCl تركيزه 0.1M :

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	
			للمحلول المنظم	للماء المقطر
0				
4 قطرات				

ب.

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

المناقشة: اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلتي عليها مع ذكر السبب.

الأسئلة :

من خلال نتائجك أكملي ما يلي:

1- 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 ؟

2- 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 ؟