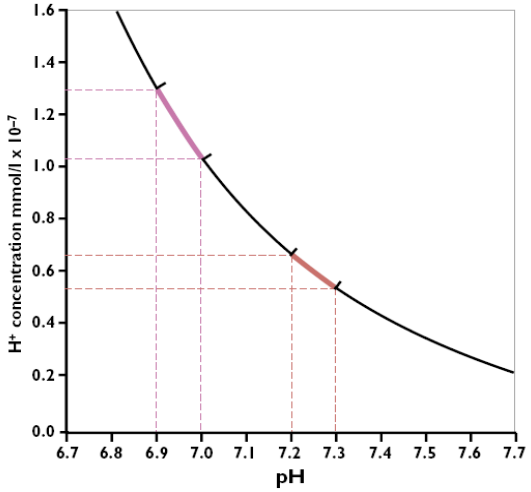
(1)
المحاليل المنظمة
Buffer solutions

الرقم الهيدروجيني pH :

- طريقة للتعبير عن وسط حموضة المحاليل.
- **يعرف الرقم الهيدروجيني بأنه:**

اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.

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



- **والإشارة السالبة تدل على العلاقة العكسية بين بين قيمة ال pH و حموضة الوسط :**

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

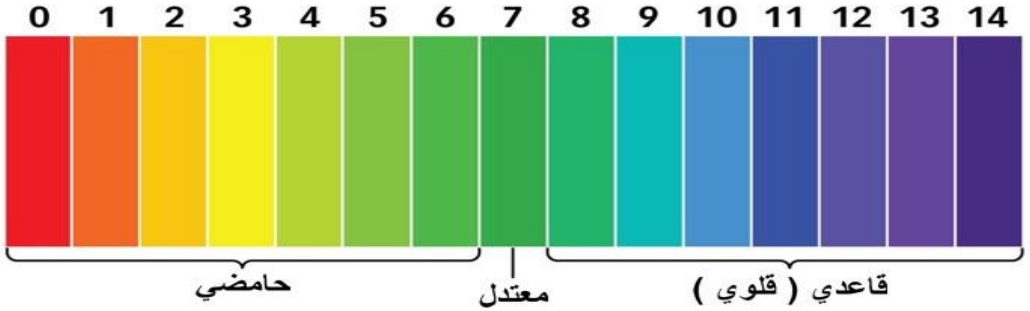
التسلسل الهديروجيني:

- **والتسلسل الهيدروجيني أو الرقم الهيدروجيني يبدأ من الرقم صفر وينتهي بالرقم 14 :**

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 .

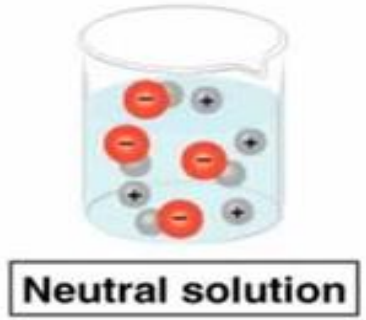


حمض قوي

قاعدة قوية

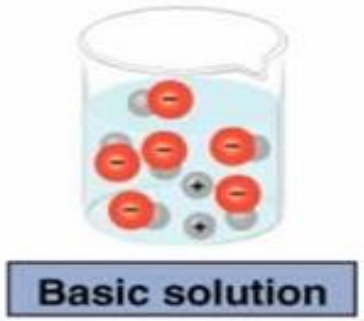
$H^+ > OH^-$

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



$H^+ = OH^-$

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

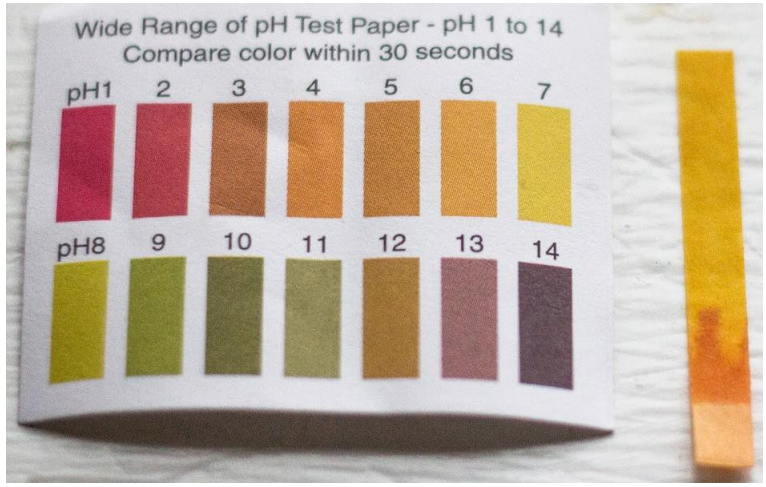


$H^+ < OH^-$

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

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 محدودة 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:

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

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.

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

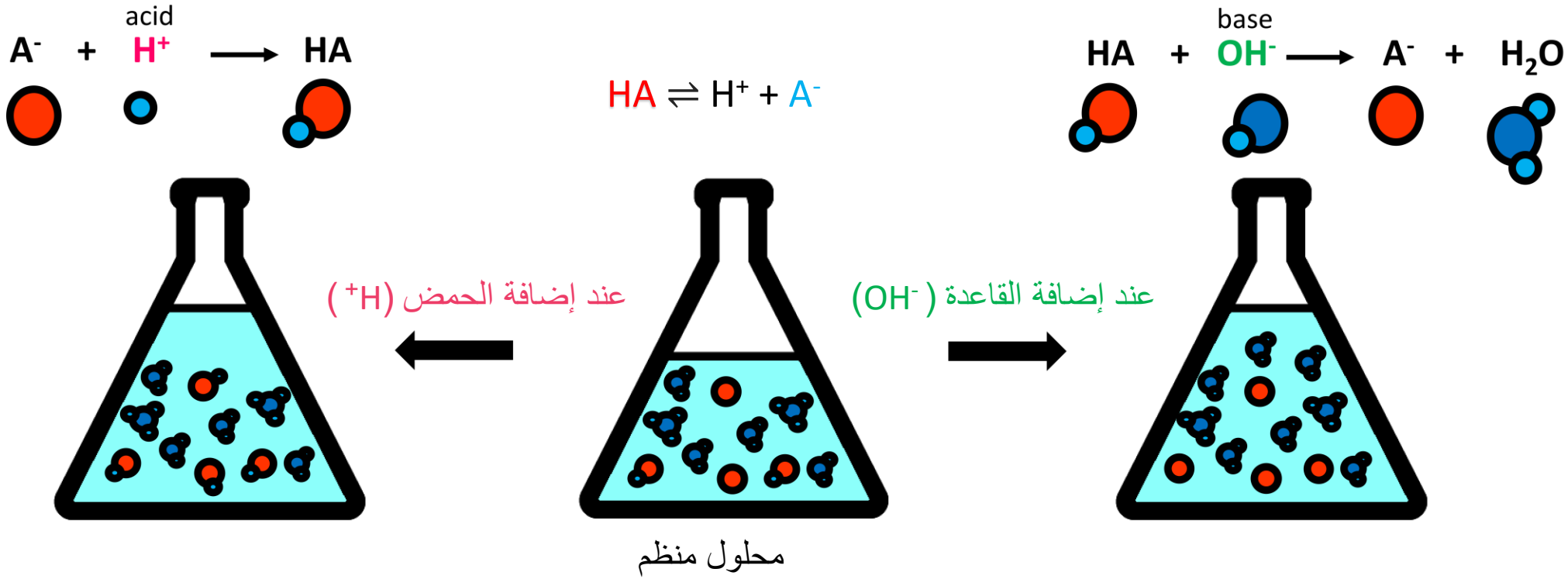
الحالة ب:

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

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

الحالة أ

الحالة ب



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 فمثلاً 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 غالباً 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 :

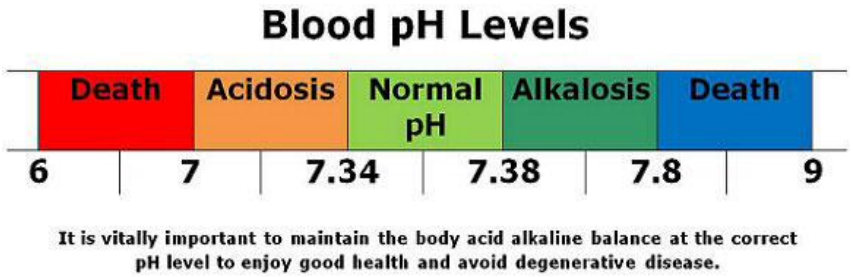
(7.35 to 7.45)

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 :
  - قيمة pka.
  - النسبة بين تركيز الحمض وتركيز القاعدة المقترنة ($[A^-]/[HA]$).

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

سعة المحلول المنظم (أو كفاءته) buffer solution capacity :

- تعبر عن مدى مقاومة المحلول المنظم للتغير في الرقم الهيدروجيني.
- كل ما كان تركيز المحلول المنظم عالي كل ما كانت سعة ذلك المحلول المنظم أيضاًعالية (علاقة طردية). (why?)

- مثال :

محلول منظم تركيزه = 0.5 مولار.

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

- تكون السعة **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

الأهداف:

1. تحضير محلول فوسفاتي منظم.
2. دراسة خواص المحلول المنظم الذي تم تحضيره.

1- تحضير محلول منظم :

المطلوب: تحضير محلول فوسفاتي تركيزه 0.25M و قيمة pH =7.4 وحجمه النهائي 0.1 لتر (100مل) علماً بأن: pKa =7.2

الطريقة:

1. تحديد نوع المحلول المنظم ومكوناته اعتماداً على الرقم الهيدروجيني المطلوب، وذلك باختيار حمض ضعيف تكون قيمة pKa أقرب ما يكون لل pH المطلوبة:

الحمض المقترن (NaH_2PO_4) وقاعدته المقترنة (Na_2HPO_4)

2. إيجاد تركيز الشق الحمضي [HA] والقاعدي [A] للمحلول المنظم وذلك باستخدام معادلة هاندرسون-هاسلباخ:

$$pH = pKa + \log ([A] / [HA])$$

3. إيجاد عدد مولات الشق الحمضي [HA] والقاعدي [A] بدلالة التراكيز باستخدام قانون المولارية:

المولارية = عدد المولات / حجم المحلول باللتر

4. إيجاد الوزن بالجرام للشق الحمضي [HA] والقاعدي [A] بدلالة عدد المولات:

عدد المولات = الوزن بالجرام/ الوزن الجزيئي

- 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

$[A^-]$

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

$$0.15M = \frac{؟}{0.1}$$

عدد المولات = 0.015 مول

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

الوزن = ...جرام

[HA]

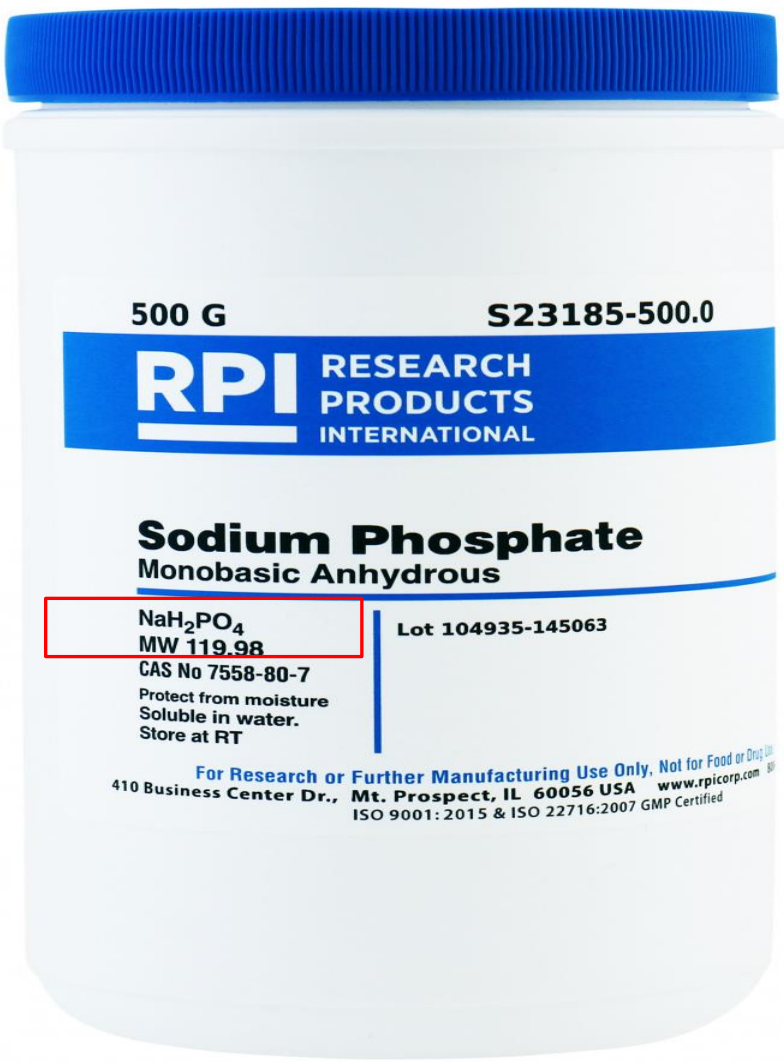
$$* [HA] = \frac{\text{عدد المولات}}{\text{حجم المحلول باللتر}}$$

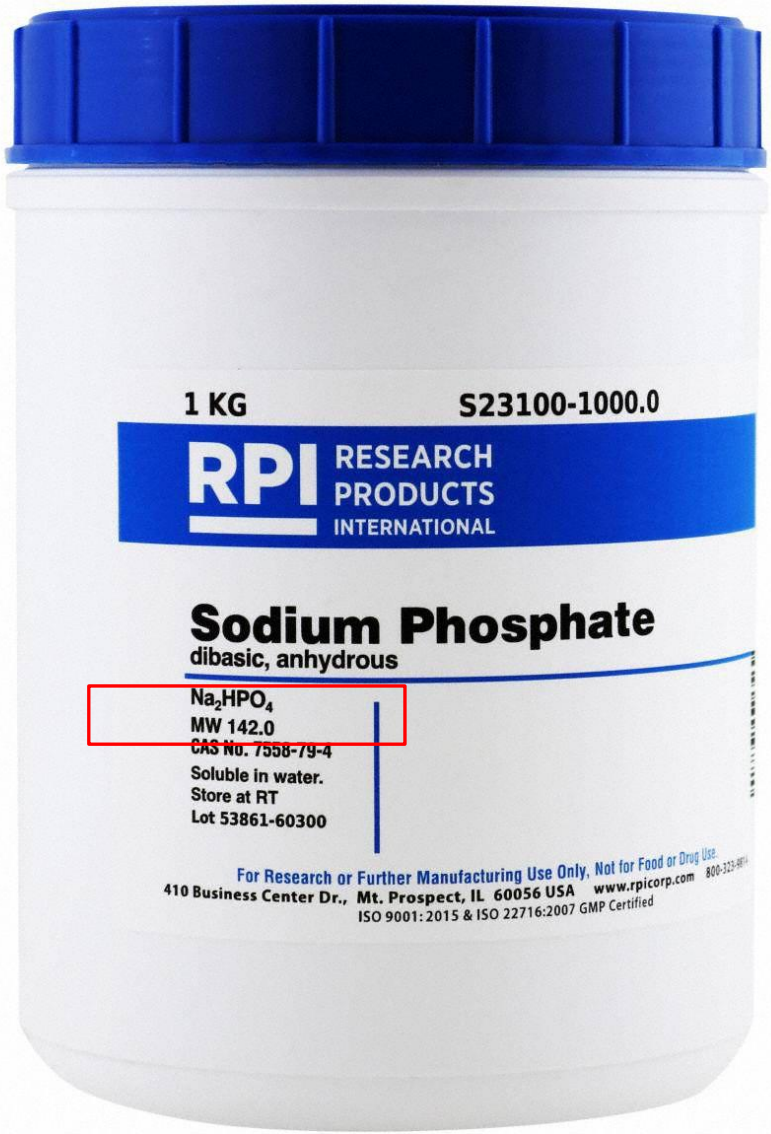
$$0.1M = \frac{؟}{0.1}$$

عدد المولات = 0.01

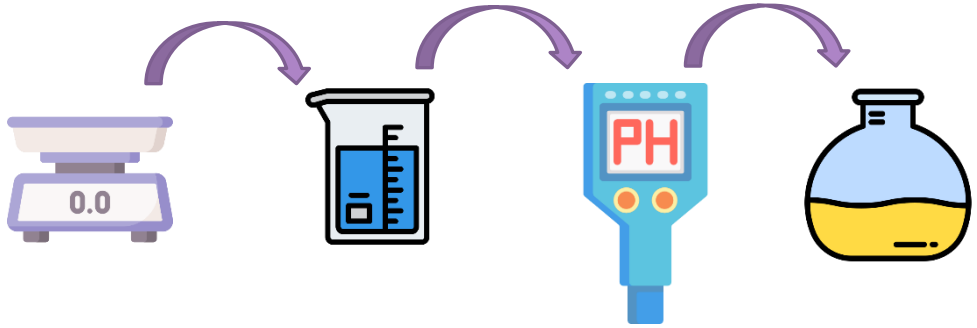
$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{الوزن بالجرام}}{\text{الوزن الجزيئي للشق الحمضي}}$$

الوزن = ...جرام


500 G
S23185-500.0
RPI RESEARCH PRODUCTS INTERNATIONAL
Sodium Phosphate
Monobasic Anhydrous
NaH_2PO_4
MW 119.98
CAS No 7558-80-7
Protect from moisture
Soluble in water.
Store at RT
Lot 104935-145063
For Research or Further Manufacturing Use Only, Not for Food or Drug Use.
410 Business Center Dr., Mt. Prospect, IL 60056 USA www.rpicorp.com
ISO 9001:2015 & ISO 22716:2007 GMP Certified


1 KG
S23100-1000.0
RPI RESEARCH PRODUCTS INTERNATIONAL
Sodium Phosphate
dibasic, anhydrous
Na_2HPO_4
MW 142.0
CAS No. 7558-79-4
Soluble in water.
Store at RT
Lot 53861-60300
For Research or Further Manufacturing Use Only, Not for Food or Drug Use.
410 Business Center Dr., Mt. Prospect, IL 60056 USA www.rpicorp.com
ISO 9001:2015 & ISO 22716:2007 GMP Certified

1. توزن كلا المادتين وتذاب في كمية قليلة من الماء المقطر في كأس 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.



النتائج: pH= _____

المناقشة: تعليق على دقة التحضير، مع التعليل.

2- دراسة خواص المحلول المنظم :

الفكرة الأساسية:

هل يتغير الرقم الهيدروجيني (pH) 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.

الطريقة:

أ- 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.
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- باستخدام قاعدة هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه 0.1M :

1. 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: قارني بين مقاومة كلًا من المحلول المنظم والماء للتغير في الرقم الهيدروجيني بعد إضافة الحمض والقاعدة، مع التعليل وذكر كيفية المقاومة.