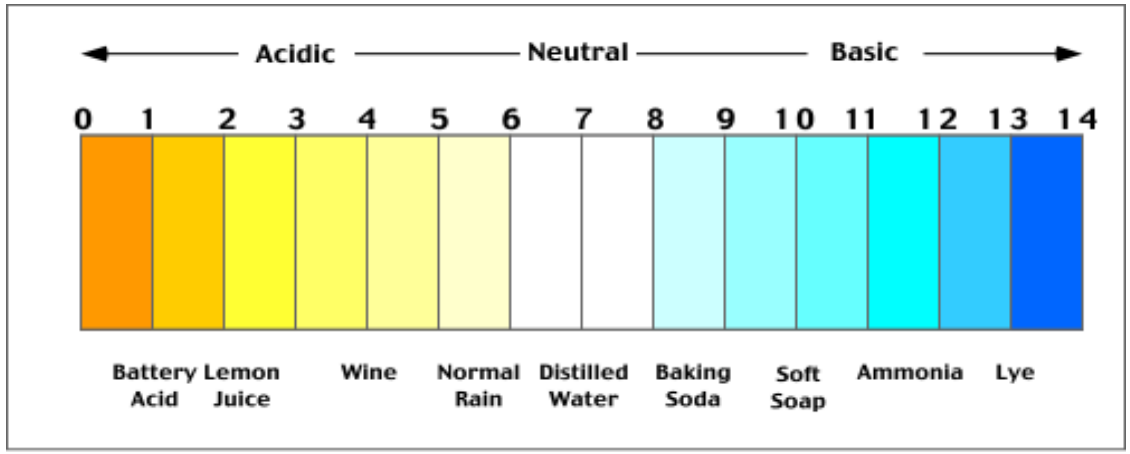
المحاليل المنظمة

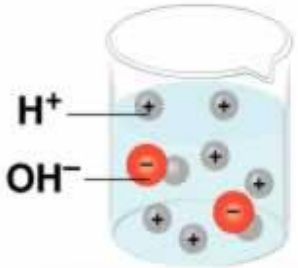
BUFFER SOLUTIONS

I) pH الرقم الهيدروجيني

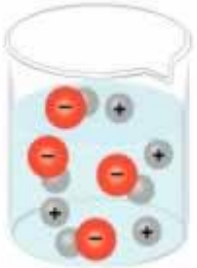
أقترح العالم سورنسن Sorensen طريقة للتعبير عن وسط حموضة المحاليل بإستخدام الرقم الهيدروجيني الذي يعرف بأنه: اللوغاريتم السالب لتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول .

$$PH = - Log [H+]$$

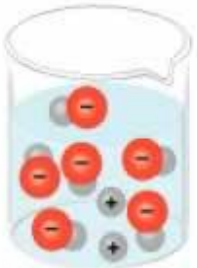




Acidic solution



Neutral solution



Basic solution

©Addison Wesley Longman, Inc.

Increasingly ACIDIC

NEUTRAL
$[H^+] = [OH^-]$

Increasingly BASIC

pH scale

0
1
2 Lemon juice; gastric juice
3 Grapefruit juice
4 Tomato juice
5
6 Urine
7 **Pure water**
Human blood
8
Seawater
9
10
Milk of magnesia
11
Household ammonia
12
Household bleach
13
Oven cleaner
14

Alkaline pH

10 — High Alkaline Ionized Water
9.0 — Spinach, Brocolli, Olive Oil, Green Tea, Lettuce, Celery
8.0 — Apples, Almonds, Carrots, Tomatoes, Cabbage

Neutral pH

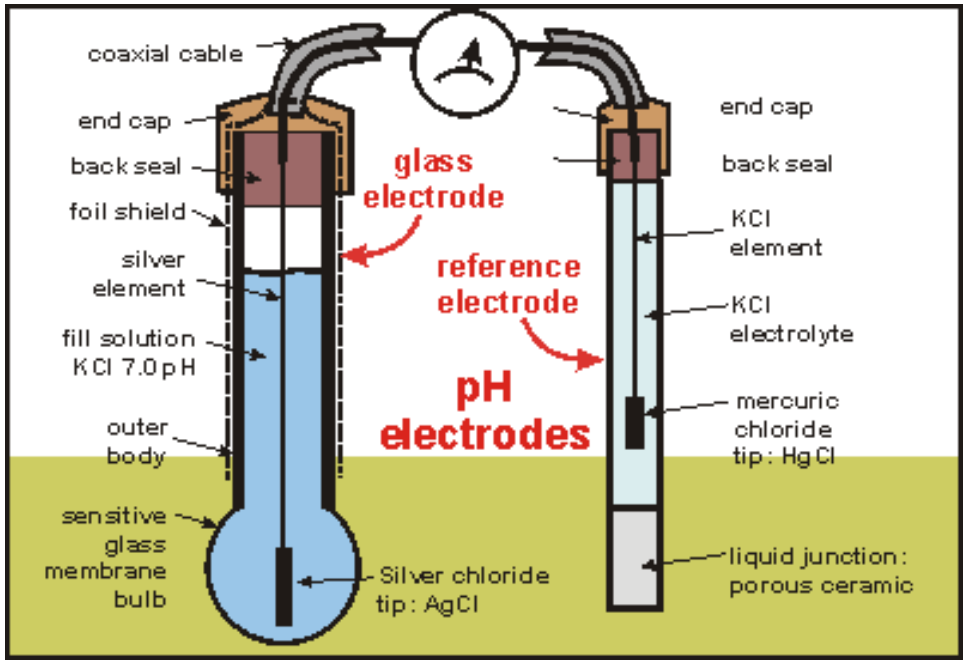
7.0 — Most Tap Water

Acidic pH

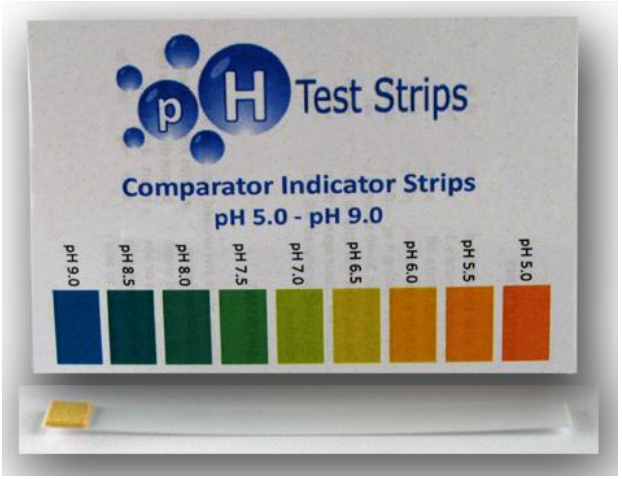
6.0 — Fruit Juices, Most Grains, Eggs, Fish, Tea
5.0 — Cooked Beans, Chicken, Beer, Sugar
4.0 — Reverse Osmosis, Distilled & Many Bottled Waters, Coffee, White Bread
3.0 — Beef, Shellfish, Pastries, Pasta, Cheese, Soda

قياس الرقم الهيدروجيني :

pHلقياس الرقم الهيدروجيني للمحاليل بدقة نستخدم جهاز خاص يسمى meter . يتكون الجهاز من قطبين: الأول يسمى قطب مرجعي يحتوي على محلول مشبع كلوريد البوتاسيوم يعمل اتصالا كهربائيا بالمحلول، والثاني قطب زجاجي ذو غشاء رقيق على شكل انتفاخ حساس ونفاذ لأيونات الهيدروجين. يقيس هذا الجهاز الفرق في الجهد بين القطبين، ويحوله إلى رقم هيدروجيني



METTLER TOLEDO

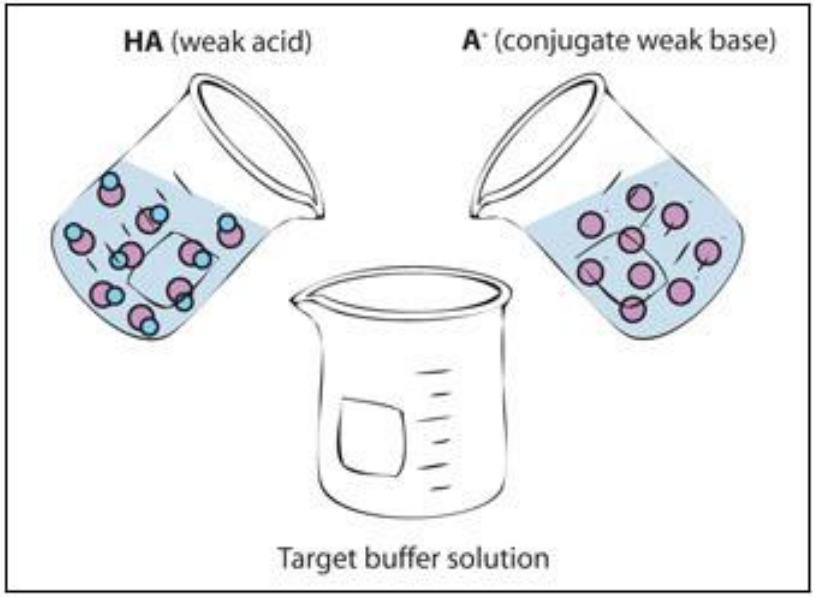

pH Test Strips
Comparator Indicator Strips
pH 5.0 - pH 9.0
pH 9.0
pH 8.5
pH 8.0
pH 7.5
pH 7.0
pH 6.5
pH 6.0
pH 5.5
pH 5.0

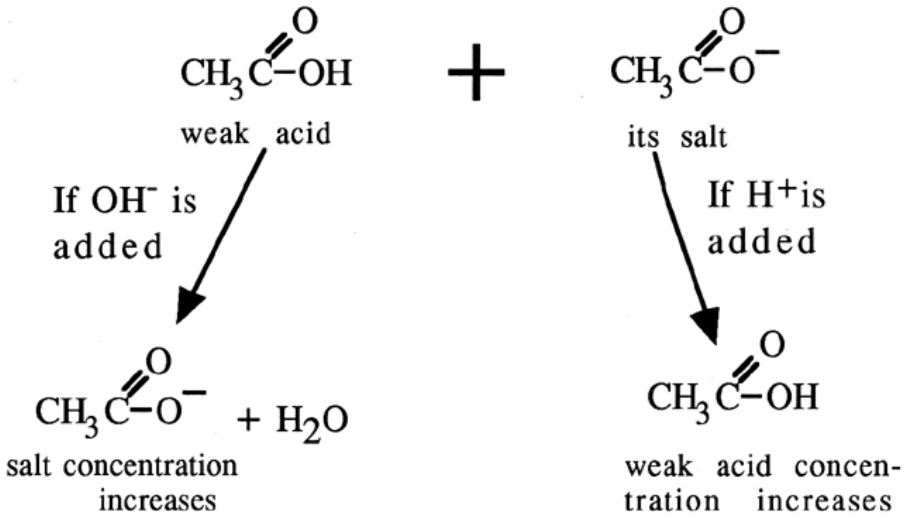
pH 4
pH 7
pH 10

pH
1-11

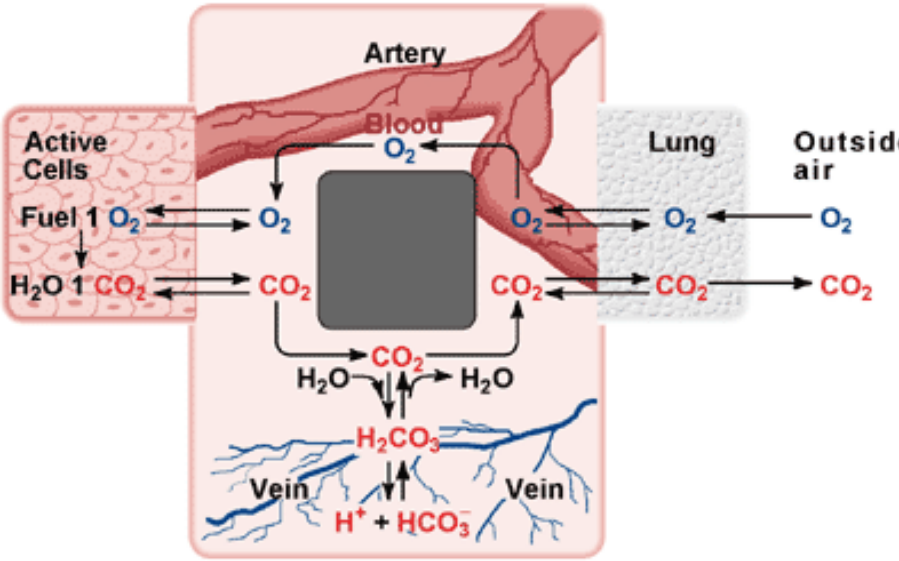
II) المحاليل المنظمة :

- 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 أو قاعدة ضعيفة وأحد أملاحها .





- المحاليل المنظمة لها أهمية كبيرة في **الأنظمة الكيميائية والبيولوجية** بحيث تتميز السوائل الحيوية برقم هيدروجيني ثابت ، ففي جسم الإنسان تختلف قيمة الـ 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**. هذه القيم يحافظ عليها غالبا عن طريق المحاليل المنظمة وأهم المحاليل المنظمة هي **الفوسفات والبيكربونات**.



CARBONIC ACID / BICARBONATE (ECF)

$$CO_2 + H_2O \longleftrightarrow H_2CO_3 \longleftrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

PHOSPHATE (ICF & Urine)

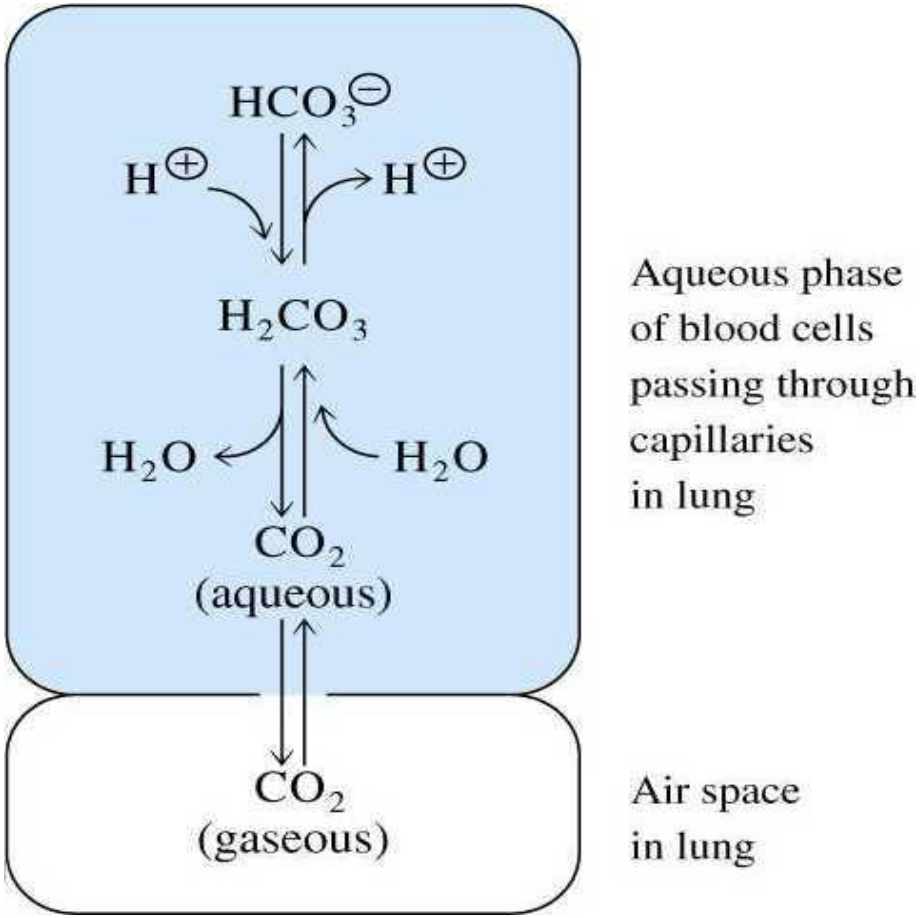
$$H_2PO_4 \longleftrightarrow H^+ + HPO_4^-$$

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

(7.35 to 7.45)

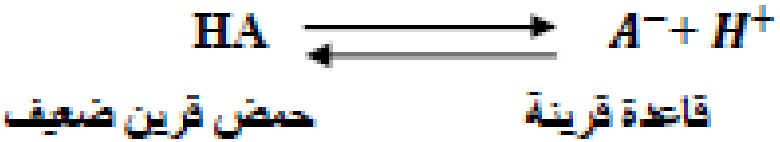
و يتكون من حمض الكربونيك الضعيف: (H_2CO_3)

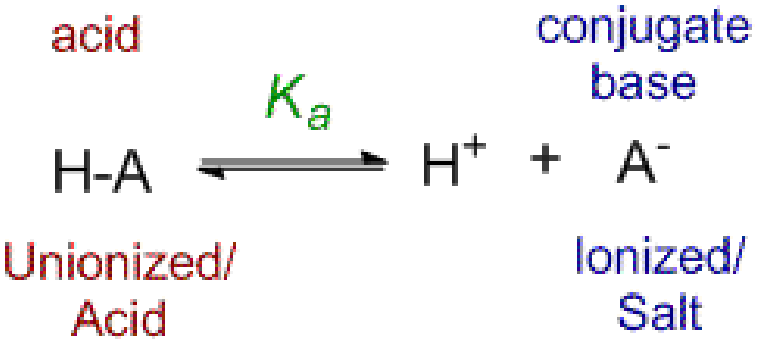
و ملح البيكربونات (HCO_3^-)



العلاقة بين الرقم الهيدروجيني و تركيز الحمض و القاعدة المقترنة

- وضع هندرسون – وهاسلبالخ Henderson-Hasselbalch المعادلة الأساسية التي توضح العلاقة بين الرقم الهيدروجيني pH ونسبة الحمض والقاعدة المقترنة. وهذه المعادلة لها أهميتها في فهم عمل وتحضير المحاليل المنظمة.
- لنفرض أنه يوجد لدينا محلولا من الحمض الضعيف HA فإن هذا يتفكك لدى إذابته في الماء حسب المعادلة كما يلي:





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

حمض قرين ضعيف قاعدة قرينة

وعليه فإن قيمة ثابت التفكك للحمض :

$$Ka = \frac{[A^-]\,[H^+]}{[HA]}$$

للحصول على قيمة pH تفصل $[H^+]$ لوحدها في طرف وتأخذ اللوغارتيم لكل الطرفين الناتجين

$$[H^+] = \frac{Ka[HA]}{[A^-]}$$

$$\text{Log}\,[H^+] = \log\ Ka\ \frac{[HA]}{[A^-]}$$

$$\text{Log}\,[H^+] = \log Ka + \log\frac{[HA]}{[A^-]}$$ Type equation here.

ويضرب الطرفين بـ (-)

$$-\text{Log}\,[H^+] = -\log Ka - \log\frac{[HA]}{[A^-]}$$

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

$$\text{Or}\quad pH = pKa + \log\frac{[\text{القاعدة القرينة}]}{[\text{الحمض}]}$$

ويمكن استخدام المعادلة في حساب الرقم الهيدروجيني إذا عرفت نسبة الحمض إلى القاعدة المقترنة و pK للحمض.

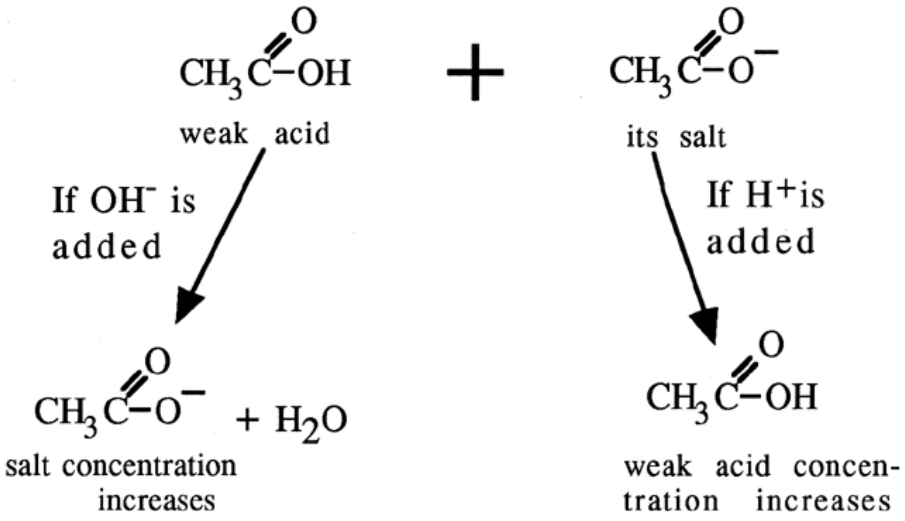
من المعادلة السابقة نجد أن الرقم الهيدروجيني للمحلول المنظم يعتمد على عاملين هما :

١ – قيمة pK

٢– النسبة بين تركيز الحمض والقاعدة المقترنة

سعة المحلول المنظم :

- تعبر عن مدى مقاومة المحلول المنظم للتغير في الرقم الهيدروجيني، وتكون أكبر ما يمكن عندما تكون النسبة بين الحمض والقاعدة المقترنة مساوية للواحد.
- من الأمثلة: حمض الخليك acetic acid كحمض ضعيف وقاعدته المقترنة هي خلات الصوديوم sodium acetate



المطلوب: تحضير محلول منظم فوسفاتي تركيزه 0.25M و pH=7.4 و (pKa =7.2)

١ – معرفة مكونات المحلول المنظم وهي:

فوسفات الصوديوم ثنائية الهيدروجين NaH_2PO_4 ويعتبر الشق الحمضي (Acid)

فوسفات الصوديوم أحادية الهيدروجين Na_2HPO_4 ويعتبر الشق القاعدي(القاعدة المقترنة أو الملح Salt)

٢ ـ حساب النسبة بين الحمض والملح باستخدام معادلة هندرسون كالتالي :

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

$$7.4 = 7.2 + \log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$7.4 - 7.2 = +\log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$0.2 = +\log\frac{[A^-]}{[HA]}$$

$$\frac{Na2HPO4}{NaH2PO4} = 1.6$$

٢ ـ حساب وزن كلا المادتين كالتالي :

وزن NaH_2PO_4 = $\frac{1}{2.6}$ x 0.25 x الوزن الجزيئي

= ..... جرام

وزن NaH_2PO_4 = $\frac{1.6}{2.6}$ x 0.25 x الوزن الجزيئي

= ..... جرام

٤ – يذاب وزن كلا المادتين في حوالي 500 ml من الماء المقطر في كأس زجاجي .

٥ – يقاس الـ pH للمحلول باستخدام جهاز pH meter، ثم يضبط على الـ pH المطلوب وذلك بإضافة حمض أو قاعدة .

٦ – نكمل الحجم إلى واحد لتر (1000 ml) بالماء المقطر ، ويرج جيدا ثم يوضع في دورق حجمي .

III)تجربة دراسة خواص المحاليل

Study of properties of Buffer solution

- **الفكرة الأساسية:**

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

المواد والأدوات المطلوبة:

١ – كاسين (سعة كل منهما 50 ml) ومحرك زجاجي

٢ – جهاز القياس الهيدروجيني pH meter

٣ – محلول منظم فوسفاتي رقمه الهيدروجيني pH=7.4 (المحضر بالجزء العملي السابق)

٤ – حمض هيدروكلوريك HCl مخفف تركيزه 0.1 M

٥ – محلول هيدروكسيد صوديوم NaOH مخفف تركيزه 0.1 M

طريقة العمل:

أولا:

دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام حمض الهيدروكلوريك HCl 0.1 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 الكأسين كمية معينة من حمض الهيدروكلوريك المخفف ، وحرك كل من المحلولين جيدا بمحرك زجاجي نظيف
- يقاس الرقم الهيدروجيني (pH) لمحتويات كل من الكأسين مرة أخرى
- أعد الخطوة رقم ٣ بإضافة كمية أخرى من حمض هيدروكلوريك المخفف مرة أخرى لمحتويات كل كاس ، وحرك المحلولين جيدا بمحرك زجاجي .
- يقاس الرقم الهيدروجيني (pH) لمحتويات كل كأس مرة أخرى

النتائج:

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

المناقشة:

اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلتي عليها مع ذكر السبب

طريقة العمل:

ثانياً: دراسة خواص المحاليل المنظمة باستخدام قاعدة هيدروكسيد الصوديوم NaOH 0.1 M

أعيدي التجربة السابقة مع استبدال حمض الهيدروكلوريك بقاعدة هيدروكسيد الصوديوم

النتائج :

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

المناقشة:

اكتبي تعليقك على كل نتيجة حصلتي عليها مع ذكر السبب

THANK YOU ☺