تجربة -1-

تسحيح حامض قوي مع قاعدة قوية مجهاديا :

الهدف من التجربة :

A. تقدير تركيز NaOH (معايرة القاعدة NaOH)
B. تقدير تركيز حامض متعدد البروتون H_3PO_4 مجهاديا

A- في هذه التجربة يتم تقدير تركيز H_3PO_4 بتسحيحه مجهاديا مع القاعدة NaOH و كما نعلم ان محلول NaOH المحضر لا يعتبر قياسيا لهذا يجب معايرته باستخدام حامض HCl بتركيز 0.008 كمحلول قياسي .

اذا الجزء الاول من التجربة الغاية منه ايجاد تركيز القاعدة هيدروكسيد الصوديوم الحقيقي لاستخدامه لاحقا في الجزء الثاني كمحلول قياسي لمعايرة الحامض المجهول H_3PO_4

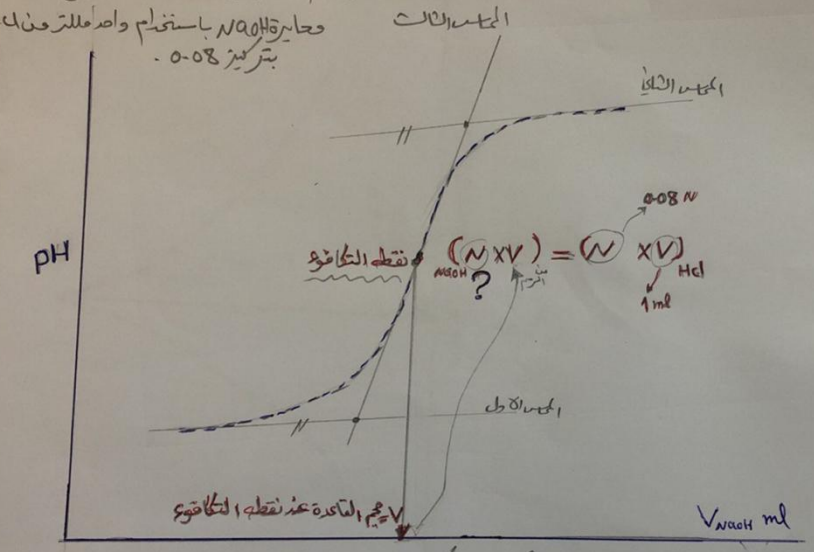
كيف اعاير NaOH (كيف اجد تركيز NaOH) ؟

1. في دورق حجم 250 ml نضع 1ml من حامض HCl و الذي تركيزه 0.08N ثم نكمل الحجم بالماء المقطر الى 150 ml ، ثم نضع القطعة المغناطيسية magnetic bar (تستخدم لتحريك و مزج المحلول) داخل الدورق ثم نغمر قطب (الزجاج المتحد) داخل المحلول . يجب ان نتاكد ان القطب لا يمس القطعة المغناطيسية او قعر الدورق .
2. نضع في السحاحة القاعدة المراد معايرتها ثم نبدا بالتسحيح بانزال (0.2ml) من القاعدة و نسجل قيمة pH عند كل اضافة .عند حصول تغير سريع في قيمة الpH نقلل الاضافة فتصبح بمقدار قطرتين قطرتين لكي نتمكن من الحصول على نقطة التكافؤ بشكل مضبوط و دقيق . الوقت بين اضافة و اضافة بضع ثواني .نوقف التسحيح عند الوصول الى Ph=10.5 تقريبا .
3. نرتب النتائج كما في الجدول :

حجم القاعدة المضافة (ml)NaOH	pH	ΔV	ΔpH	ΔpH/ ΔV	معدل حجم القاعدة المضافة (ml)NaOH

(شكل -1-)

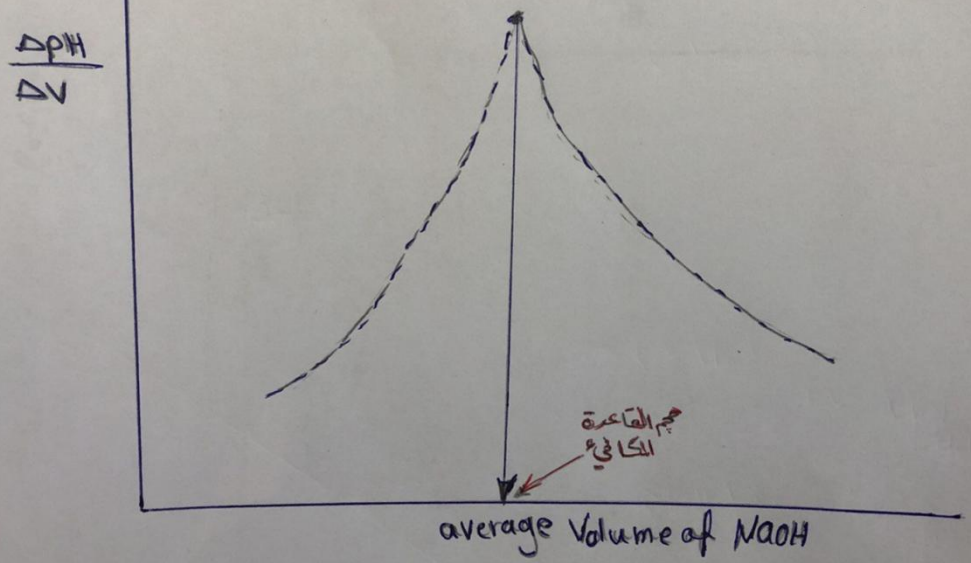
الرسم البياني الجزء الاول من التجربة الاولى
معايرة NaOH باستخدام واحد مللتر من HCl
بتركيز 0.08 .



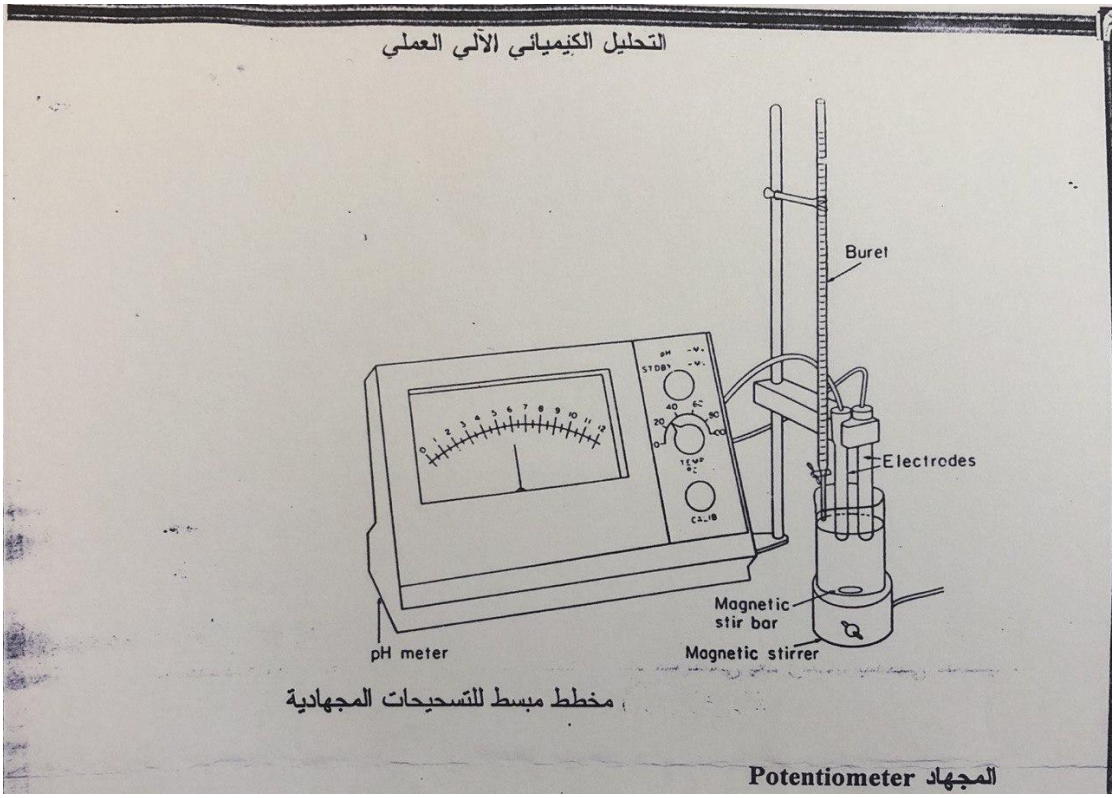
* معايرة NaOH أي ايجاد تركيز NaOH
* هذا الشكل يسمى منحنى التعديل ويكون بشكل حرف S عند تعديل حامض مع قاعدة مجهولة.

(شكل -2-)

شكل منحنى التعديل التفاضلي لـ NaOH ضد HCl



030


التحليل الكيميائي الآلي العملي
Buret
Electrodes
Magnetic stir bar
Magnetic stirrer
pH meter
مخطط مبسط للتسحيحات المجهادية
Potentiometer المجهاد

4-نرسم منحني التسحيح و يكون ما بين قيم PH التي تم الحصول عليها من جهاز PH-meter و بين حجم القاعدة (النازل من السحاحة) ، فيتكون لدينا رسم بياني . المنحني لهذا الرسم يكون تماما على شكل حرف S ، من خلال هذا المنحني نستطيع ايجاد نقطة انتهاء التفاعل و كما هو موضح بالرسم (شكل 1) و من نقطة انتهاء التفاعل ننزل سهم عمودي على المحور X هذا الرسم يشير الى حجم القاعدة التي عادلت المحتوى الحامضي و هو الحجم المكافئ الذي نستخدمه او نطبقه بالمعادلة التالية :

$$(N \times V)_{HCl} = (N \times V)_{NaOH}$$

من هذه المعادلة نستطيع ايجاد تركيز القاعدة NaOH ، فالنفرض ان الحجم المكافئ من الرسم البياني كان 0.88 عندئذ تصبح المعادلة :

$$0.08 \times 1 = N \times 0.88$$

N=0.09N و هو تركيز القاعدة

نستطيع ان نرسم منحني التسحيح بشكل او بصيغة اخرى فيكون بين $\Delta pH / \Delta V$ على المحور y مقابل معدل القاعدة المضافة average volume of NaOH على المحور X . سيكون الشكل كما هو موضح في (شكل 2) و يسمى هذا المنحني بالمنحني التفاضلي حيث القمة التب تضهر تشير الى حجم القاعدة المكافئة للحامض HCl .

- مناقشة بعض جوانب التجربة :

1-ما قيمة pH المتوقعة عند نقطة التكافؤ ؟

2- ما هي الايونات التي نتوقع وجودها عند نقطة التكافؤ ؟

ج/عند نقطة التكافؤ لا توجد ايونات حرة و انما يكون Na^+ متحدا مع Cl^- و H^+ متحد مع OH^-

3-مانوع القطم المستخدم ؟ و لماذا استخدم ؟

ج/قطب الزجاج المتحد لانه حساس لتغير تركيز ايونات الهيدروجين .

4-لماذا نوقف التسحيح عند Ph=11 ؟ او pH=10.5 ؟

5-ما الفرق بين نقطة انتهاء التفاعل و نقطة التكافؤ ؟

الجزء الثاني B

الهدف من هذا الجزء ايجاد تركيز حامض الفسفوريك والذي حجمه ميلي لتر واحد بتسحيحه مع هيدروكسيد الصوديوم والتي تم معايرتها في الجزء A

- **كيف اجد تركيز حامض الفسفوريك ؟**

1- نضع (1 ميلي لتر) من حامض الفسفوريك في دورق حجم 250 ميلي لتر ثم نخفف بالماء المقطر الى 150 ميلي لتر ، نضع القطعة المغناطيسية داخل الدورق ثم نغمر قطب الزجاج المتحد

2- نبدأ بالتسحيح ضد القاعدة NaOH والتي تم معايرتها مسبقا في الجزء الاول بانزال 0.2 ميلي لتر في كل مرة ، نستمر بعملية التسحيح وكما في الجزء الاول ، نوقف التسحيح عند PH=10.5 او PH=11. ، نسجل النتائج :

PH					
V_{NaOH}					

3- نرسم منحني التسحيح بوضع قيم PH على المحور Y وحجم القاعدة المضافة على المحور X فيكون شكل المنحني كما في (شكل 3) ، نرسم المماسات كما هو موضح بالرسم ، من الرسم البياني نجد حجم القاعدة المكافئة عند نقطتي التكافؤ الاولى والثانية ومن ثم نستطيع ايجاد تركيزالحامض عند نقطة التكافؤ الاولى وتركيزه عند نقطة التكافؤ الثانية.

- **مناقشة بعض جوانب التجربة :**

- نقطة التكافؤ الاولى تعود للبروتون الاول لحامض H_3PO_4 ونقطة التكافؤ الثانية تعود للبروتون الثاني للحامض.

اذا الرسم البياني هنا (شكل 3،) يحتوي على نقطتي تكافؤ تعودان للبروتون الاول والثاني اللذان تم انتزاعهما بواسطة القاعدة NaOH ، فظهر الشكل حاويا على منحنيين اما البروتون الثالث للحامض فلم تتمكن القاعدة NaOH من انتزاعه لأرتباطه القوي بالجذر السالب HPO_4^{-2} الذي يحمل شحنتين سالبتين ، لهذا لم يظهر المنحني الثالث في الرسم البياني (شكل 3)

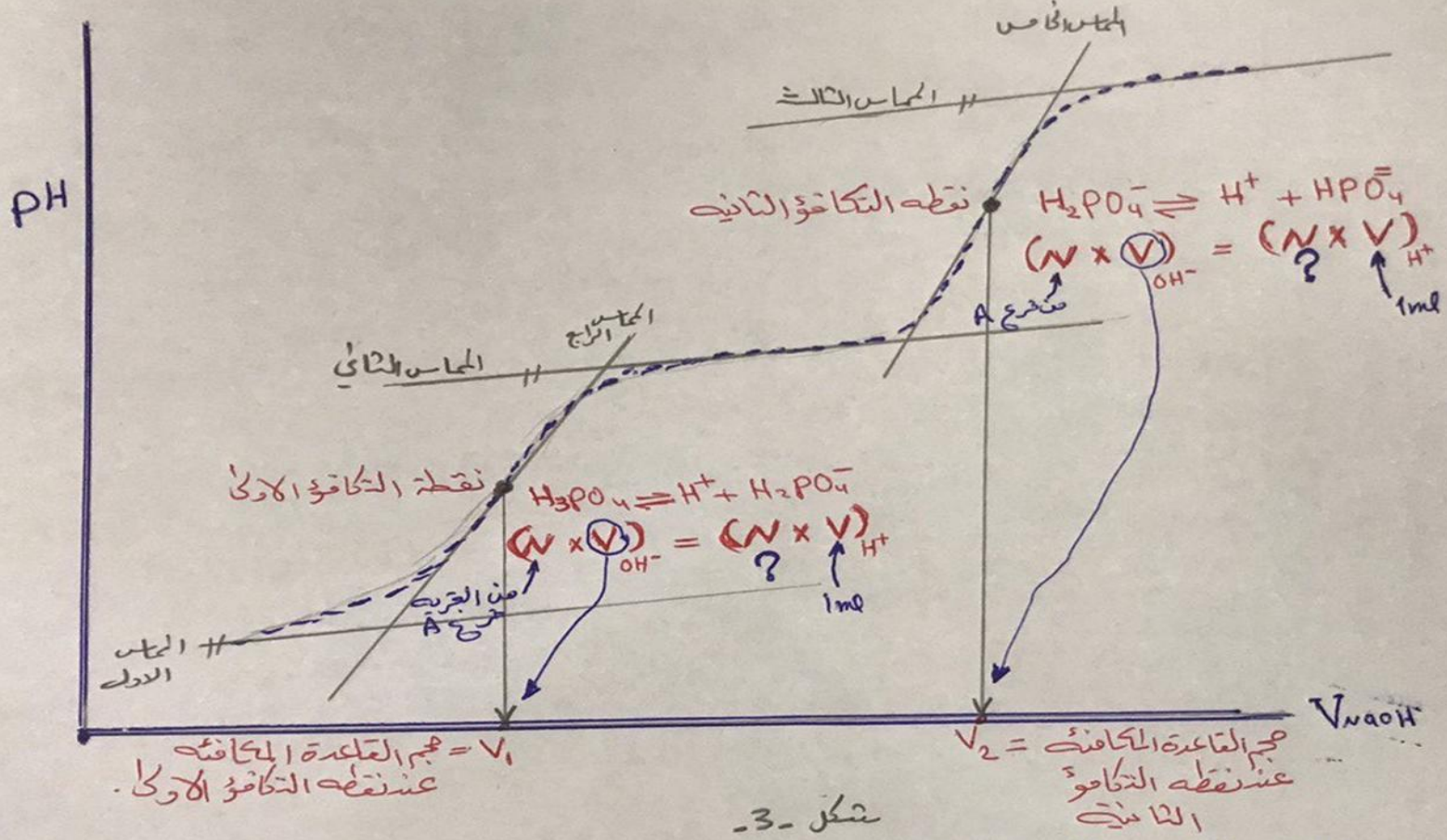
- خطوات تفكك H_3PO_4 مع ثابت التوازن لكل خطوة :

$$H_3PO_4 \leftrightarrow H^+ + H_2PO4^- \quad k_1 = 1.1 * 10^{-2} = [H^+][H_2PO_4^-] / [H_3PO_4]$$

$$H_2PO_4^- \leftrightarrow H^+ + HPO_4^{--} \quad K_2 = 7.5 * 10^{-8} = [H^+][HPO_4^{--}] / [H_2PO_4^-]$$

$$HPO_4^{--} \leftrightarrow H^+ + PO_4^{---} \quad K_3 = 4.8 * 10^{-13} = [H^+][PO_4^{---}] / [HPO_4^{--}]$$

- اذا كان ثابت التأين هو اقل من حوالي 10^{-8} عندها يكون التأين قليلا جدا لأعطاء انكسار واضح في ال PH في منحنى التسحيح، مثال على ذلك البروتون الثالث لحامض الفسفوريك حيث k_3 تساوي 4.8×10^{-13} وهي قيمة قليلة جدا ، اقل من 10^{-8} بكثير



شكل -3-

* الحماس الاول يجب ان يوازي الحماس الثاني والثالث
* هذا الحمض يحتوي على اثنين من ذرات (ك) لان تم انتزاع بروتونين من حامض H_3PO_4 بينما سنجد التابع لحامض HCl يحتوي على (ك) واحدة لاحتوائه على بروتون واحد.

اذا حامض الفسفوريك يمتلك ثلاث نقاط تكافؤ نظرية ونقطتي تكافؤ عملية

- هل يمكن انتزاع البروتون الثالث لحامض الفسفوريك ؟

يكن انتزاعه في حالة استخدامنا لقاعدة اقوى من هيدروكسيد الصوديوم او بأستخدام عامل مرسب.

- ما هي الايونات المتوقع وجودها عند كل نقطة تكافؤ ؟

لا توجد ايونات حرة عند نقاط التكافؤ وانما تكون متحدة.

- ما القطب الزجاج وما القطب المتحد ؟

القطب الزجاجي: عبارة عن بصلة من زجاج مرن يحوي على محلول كلوريد منظم يعمل ك مبادل ايوني لأيونات H^+ ، حيث ان الزجاج يتميئ جزئيا مكونا طبقة من سيليكات الالمنيوم محتوية على ايونات الصوديوم او الكالسيوم واحيانا ايونات لانثنوم وهذه الطبقة ناضحة لأيونات الهيدروجين ، اما القطب المتحد فهو عبارة عن قطب مرجعي وقطب زجاج متحدان معا في قطب واحدد

- القطب المرجعي على نوعين ، النوع الاول SCE قطب الكالوميل المشبع
  النوع الثاني Ag/AgCl قطب فضة – كلوريد الفضة

- ما الفرق بين التسحيحات المجهادية والتسحيحات الاعتيادية ؟

في التحيحات الاعتيادية نستخدم دليل لوني للتعرف على نقطة التكافؤ اما التحيحات المجهادية فنستخدم جهاز المجهاد potentiometer للتعرف على نقطة التكافؤ وذلك عن طريق حدوث طفرة واضحة في قراءات الجهاز ومن الرسم البياني نستطيع ايجاد نقطة التكافؤ

- ما الفرق بين نقطة التكافؤ ونقطة انتهاء التفاعل ؟
- لماذا يضاف قطرتان قطرتان من السحاحة عند الاقتراب من نقطة التكافؤ ؟
- ما هي انواع التسحيحات ؟

تسحيحات مجهادية ، تسحيحات اكسدة واختزال ، تسحيحات تكوين معقدات و تسحيحات ترسيبية

انتهى.