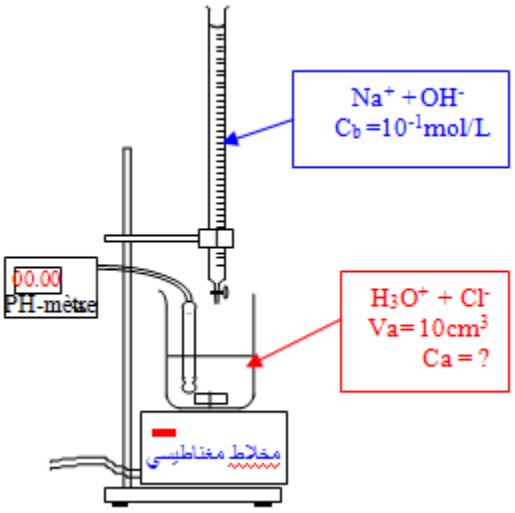
العمل التطبيقي الثالث

المعايرة حمض - أساس

"معايرة حمض قوي HCl بأساس قوي NaOH "



المعايرة حمض – اساس :

I- الجزء النظري :

I-1- تعريف الحمض و الاساس(حسب العالم برونستد):

- ✓ **الحمض (acide)**: هو عبارة عن نوع كيميائي (شاردة او جزيء) له القدرة على تحرير بروتون (H^+)
- ✓ **الاساس او القاعدة (base)**: هو عبارة عن نوع كيميائي (شاردة او جزيء) له القدرة على اكتساب بروتون (H^+)

اذا يمكن كتابة جملة التفاعلات حمض – اساس بتفاعل عام من الشكل :

$$\text{acide} \leftrightarrows \text{base} + H^+$$

و منه من غير الممكن وجود حمض دون قاعدته المرافقة : مما يؤدي الى كتابة توازن تتفك الحمض في الماء وفق التفاعل التالي:

$$HA + H_2O \leftrightarrows A^- + H_3O^+$$

حيث:

$$Ka = \frac{[A^-].[H_3O^+]}{[HA]}$$

K_a: هو ثابت توازن الحمض و يسمى ثابت الحموضة للزوج المترافق (HA/A^-)

بينما يعطي تفكك القاعدة في الماء التفاعل التالي:

$$B + H_2O \leftrightarrows BH^+ + OH^-$$

حيث:

$$Kb = \frac{[OH^-].[BH^+]}{[B]}$$

K_b: هو ثابت توازن الاساس و يسمى ثابت القاعدية للزوج المترافق (BH^+/B)

- ✓ **التفكك الذاتي للماء :**

يتفكك الماء تلقائيا (يتأين ذاتيا) لإعطاء اشارة موجبة H^+ (ايون هيدروجين)و شاردة سالبة (ايون هيدروكسيد) وفق التفاعل التالي :

$$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$$

الايون الموجب H^+ من غير الممكن ان يتواجد في حالته الحرة في الماء و انما يمثل في الحقيقة بشاردة الهيدرونيوم (H_3O^+)

$$H_2O + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + OH^-$$

- ✓ في الوسط المتعادل يكون تركيز شوارد $[H_3O^+]$ و تركيز شوارد $[OH^-]$ متساوي .

$$[H_3O^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} M$$

و يكون ثابت تفكك الماء (K_e) هو : $K_e = [H_3O^+].[OH^-] = 1.0 \times 10^{-14} M$

الثابت K_e يميز كل التوازنات حمض – اساس التي تتم في وسط مائي عند درجة الحرارة 25°C

- **يكون الوسط متعادل** اذا كان تركيز شوارد $[H_3O^+] = [OH^-] = 1.0 \times 10^{-7} M$ داخل المحلول.
- **يكون الوسط حمضيا** اذا كان تركيز شوارد $[H_3O^+] > [OH^-]$ داخل المحلول.
- **يكون الوسط قاعديا** اذا كان تركيز شوارد $[H_3O^+] < [OH^-]$ داخل المحلول.

I-2- مفهوم الـ pH:

✓ **عبارة الـ pH:**

يعرف pH المحلول على انه اللوغاريتم العشري السالب الاشارة لتركيز شوارد $[H_3O^+]$

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

ملاحظة :

يمكن كتابة: $pOH = -\log [OH^-]$ حيث $pH + pOH = 14$

- **في وسط متعادل** : $[H_3O^+] = 10^{-7}$ اذا $pH = 7$.
- **في وسط حمضي** : $[H_3O^+] > 10^{-7}$ اذا $pH < 7$.
- **في وسط قاعدي** : $[H_3O^+] < 10^{-7}$ اذا $pH > 7$.

✓ **قياس pH المحلول :**

هناك عدة طرق تجريبية تمكننا من قياس درجة حموضة المحلول فمنها طرق تقريبية و طرق اكثر دقة :

<u>الكواشف الملونة :</u> الكاشف الملون هو عبارة عن ثنائية حمض-أساس ضعيفة و فيها نجد ان الحمض (I_A) و الاساس (I_B) لهما لونين مختلفين، و يتواجد احد مكوني الثنائية (I_A) او (I_B) اكثر من الاخر اعتمادا على قيم pH و يتجلى ذلك في التوازن التالي :

$$\mathbf{I_A + H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + I_B}$$

$$\mathbf{pH = pKa + \log([I_B]/[I_A])} \quad \text{حيث}$$

لنفرض ان لون الحمض (I_A) احمر و لون الاساس (I_B) ازرق فيكون :

$$\mathbf{pH = pKa + \log([forme\ bleue]/[forme\ rouge])}$$

<u>إذا كان $pH_1 = pKa + 1$</u> : فمعنى هذا ان الاساس ذي اللون الازرق اكبر 10 مرات من الحمض ذي اللون الاحمر و بهذا يكون لون المحلول ازرق كليا.

<u>إذا كان $pH_2 = pKa - 1$</u> : فهذا يعني ان الصنف الذي الون الاحمر اكبر 10 مرات من الصنف ذي اللون الازرق و بهذا يكون المحلول احمر كليا.

يتضح جليا ان مجال التغير اللوني او ما يسمى بالفرنسية (zone de virage) يكون عند قيم لـ pH قريبة من (اكبر او اقل قليلا او تعادلها) pKa للكاشف المستعمل، و عادة نستعمل الكواشف في المعايرة لتحديد نقطة التعديل بين الحمض و الاساس .

بعض الكواشف مع مجالات تغير لونها :

Méthylorange					
Solutions 5mL	HCl 0.1M	Tampon acétate	Tampon phosphate	Tampon ammoniacal	NaOH 0.1M
Couleurs	rose	orange	orange	orange	orange
pH	1	5	7	9	13

Bleu de bromothymol					
Solutions 5mL	HCl 0.1M	Tampon acétate	Tampon phosphate	Tampon ammoniacal	NaOH 0.1M
Couleurs	jaune	jaune	vert	bleu	Bleu
pH	1	5	7	9	13

يوضح الجدول الموالي اهم الكواشف مع مجالات تغير لونها

	pKa	virage
bleu de thymol	2,0	rouge→ jaune
hélianthine	3,7	rouge →jaune
rouge de méthyle	5,2	rouge → jaune
bleu de bromothymol	6, 8	jaune → bleu
rouge de cresol	8,0	Jaune → rouge
phénolphtaléine lie	9,0	incolore → rose
thymolphtaléine	9,8	incolore → bleu
jaune d'alizarine	11,0	jaune → rouge(violet)

ورق الـ pH: و يسمى ايضا الكاشف العالمي اين يكون تغير اللون ضمن مجال واسع بحسب طبيعة الحمض او القاعدة .

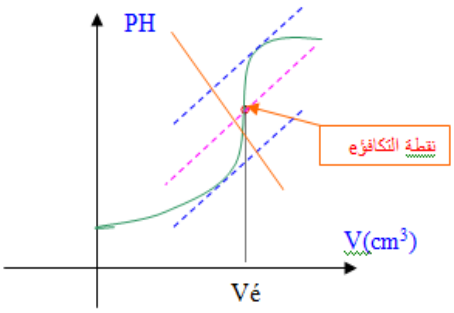
جهاز الـpH متر : هي الطريقة الاكثر دقة حيث يقوم الجهاز باعطاء قيمة الحموضة مباشرة

I-3- المعايرة حمض – اساس :

المعايرة او التحليل الكمي هي عملية مخبرية في الكيمياء التحليلية او الكيمياء الكمية تعرف بها كمية مادة ما في عينة بمعرفة كمية مادة اخرى تتفاعل معها و تنتج عنها

لتتم المعايرة لابد من توفر عدة شروط اهمها:

- ان يكون التفاعل سريعا .
- ان يكون تفاعلا وحيدا دون تفاعلات ثانوية مرافقة .
- ان يكون التفاعل تاما .
- ان تتوفر طريقة لتحديد نهاية التفاعل كتغير لون الكاشف مثلا .



نصل الى نقطة التعديل عند تغير لون الكاشف الملون الذي

يـــــدل علـــــى نهايـــــة التفاعـــــل و يكـــــون عنـــــدها :

عدد مولات الحمض = عدد مولات الاساس

و يكون حجم الاساس هو الحجم المكافئ :

$$V_b+V_{éq}$$

II – الجزء العملي :

II –1– الهدف من التجربة :

الهدف من هذا العمل التطبيقي هو معرفة تركيز محلول حمض كلور الماء (HCl - حمض قوي) بواسطة معايرته بمحلول هيدروكسيد الصوديوم (NaOH - اساس قوي) معلوم التركيز.

II –2– مبدأ العمل :

المعايرة حمض قوي-اساس قوي هي طريقة تمكن من تحديد تركيز احداهما بمعرفة تركيز الثاني و ذلك لكونهما عند نقطة التعديل (التي تعرف بتغير لون الكاشف) يتساوى عدد مولاتهما ستكيومتريا و بقراءة الحجمان المستعملان نصل للهدف المنشود و هو تحديد التركيز المجهول ، و يحدث تعادل الحمض مع الاساس وفق التفاعل التالي :

$$HCl + NaOH \rightarrow Na^{+}Cl^{-} + H_2O$$

II –3–الادوات و المواد المستعملة :

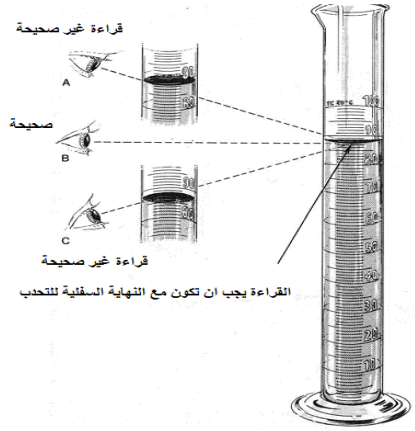
- محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز (0.1 N).
- حمض كلور الماء مجهول التركيز
- ماء مقطر
- كاشف لوني (فينول فتالين)
- حوجلة 100 مل او 250 مل
- ماصة (10 ml)
- سحاحة مع قمع
- مخبار مدرج

- **<u>عملية المعايرة حمض –اساس :</u>**

- نقوم بتثبيت السحاحة جيدا على الحامل و ذلك بعد غسلها جيدا بماء الحنفية ثم الماء المقطر و تجفيفها
- نتأكد من غلق صنبور السحاحة ثم و بواسطة قمع نملأ السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم
- تأكد من تطابق اسفل الشكل الهلالي مع خط الصفر للسحاحة
- قم بغسل بيشر جيدا
- بواسطة مخبار مدرج ناخذ 10 مل من المحلول الحمضي مجهول التركيز
- ضف قطرتين الى ثلاث من كاشف الفينول فتالين
- ضع البيشر اسفل السحاحة و إبدأ عملية المعايرة بفتح صمام السحاحة لينسكب المحلول بهدوء قطرة قطرة مع التحريك المتوال الى غاية تغير اللون.
- عند تغير اللون اغلق الصمام وسجل حجم الاساس المضاف (الحجم المكافئ؟...= V_b)

ملـــحـــق I

- بالنسبة لما يتعلق بتحديد الحجم او قراءة مقداره فدائما يجب ان تكون كماهو مبين في الشكل اسفله .



- اما بالنسبة لتمديد الاحماض القوية و الضعيفة فتكون كما في الشكل المبين اسفله: