المستوى : السنة الثانية ثـانوي

الوحدة **08** **تعيين كمية المادة بواسطة المعايرة**

GUEZOURI A. Lycée Maraval - Oran

**ماذا يجب أن أعرف حتى أقول : إني استوعبت هذا الدرس**

1 - يجب أن أفرّق بين حمض وأساس حسب تعريف برونشتد .

2 - يجب أن أتعرّف على قائمة من الحموض وقائمة من الأسس .

3 – يجب أن أفرّق بين الحمض ومحلوله المائي ، وبين الأساس ومحلوله المائي وأميّز الثنائيات أساس / حمض في المحلول المائي .

4 – يجب أن أميّز شكليا بين الحمض القوي والحمض الضعيف ، وبين الأساس القوي والأساس الضعيف

5 – يجب أن أعرف أن الثنائيتين الخاصتين بحمض قوي وأساس قوي هما الثنائيتان الخاصتان بالماء .

6 – يجب أن أعرف معنى التكافؤ حمض – أساس .

7 – يجب أن أعرف مراحل إجراء معايرة : باستعمال كاشف ملوّن و بقياس الناقلية .

**الهدف الرئيسي في هذا الدرس هو قياس كمية مادة حمض أو أساس بواسطة المعايرة .**

## الدرس

### 1 – تعريف الحمض والأساس حسب برونشتد :

الحمض هو فرد كيميائي قادر أن يتخلى عن بروتون $H^+$ أو أكثر في تفاعل كيميائي .

الأساس هو فرد كيميائي قادر أن يلتقط بروتونا $H^+$ أو أكثر في تفاعل كيميائي .

ذرة الهيدروجين العادية تحتوي في نواتها على بروتون يحوم حوله إلكترون واحد ، فإذا فقدت هذه الذرة إلكترونها الوحيد تصبح بروتونا ، لهذا نسمي الشاردة $H^+$ **بروتونا** ...

#### 1 – 1 - أمثلة لحموض برونشتد :

- حموض ذات شاردة سالبة بسيطة : $HF$ ، $HBr$ ، $HCl$
- حموض ذات شاردة سالبة مركبة : $H_2SO_4$ ، $HNO_3$ ، $H_2CO_3$ ، $H_3PO_4$ ، $H_2O$ ، $CH_3COOH$ ، $HCOOH$ .
- حموض على شكل شوارد : $H_3O^+$ ، $HCO_3^-$ ، $HSO_4^-$ ، $NH_4^+$ ، $CH_3NH_3^+$ .

#### 1 – 2 - أمثلة لأسس برونشتد :

$H_2O$ ، $OH^-$ ، $CH_3NH_2$ ، $C_2H_5O^-$ ، $NH_3$ .

**ملاحظة 1** : تُعتبر كذلك أسس أرينيوس : $NaOH$ ، $KOH$ ، $Mg(OH)_2$ أسسا لبرونشتد في المحاليل المائية ، أي أن الأساس هو $OH^-$ ، أي بعد أن تتحلل بلورات $NaOH$ إلى $Na^+$ و $OH^-$ . لأن الشاردة $OH^-$ بإمكانها أن تكتسب بروتونا لتتحول إلى ماء .

**ملاحظة 2** : حموض وأسس برونشتد هي كلها حموض وأسس لويس .

### 2 – المحاليل الحمضية والمحاليل الأساسية :

وجود حمض أو أساس في الماء يؤدّي إلى تشكيل محول مائي حمضي أو أساسي .

**مثلا** : تحليل غاز النشادر في الماء $NH_{3\,(g)} + H_2O_{\,(l)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$

تحليل غاز كلور الهيدروجين في الماء $HCl_{\,(g)} + H_2O_{\,(l)} \rightarrow H_3O^+{}_{(aq)} + Cl^-{}_{(aq)}$

GUEZOURI Aek



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

**2 – 1 - الحمض القوي** : هو الحمض الذي يتفكك كليا في الماء .

**مثال** : $HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

أي أن في محلول مائي لحمض قوي لا نجد أي أثر لجزيئات الحمض ، بل نجد فقط الشوارد الناتجة عن تفككه في الماء .

**2 – 2 - الحمض الضعيف** : هو الحمض الذي لا يتفكك كليا في الماء .

**مثال** : $CH_3COOH_{(l)} + H_2O_{(l)} \rightarrow CH_3COO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$

في جهة النواتج كتبنا فقط الأفراد الناتجة ، لكن في المحلول نجد نسبة كبيرة من جزيئات الحمض $CH_3COOH$ التي لم تتفكك بسبب ضعف الحمض .

**2 – 3 - الأساس القوي** : هو الأساس الذي يتفاعل كليا مع الماء .

**مثال** : $C_2H_5O^-_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightarrow C_2H_5COH_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

**ملاحظة** : الأسس : NaOH ، KOH ، $Mg(OH)_2$ نعتبرها كلها قوية في محاليلها المائية .

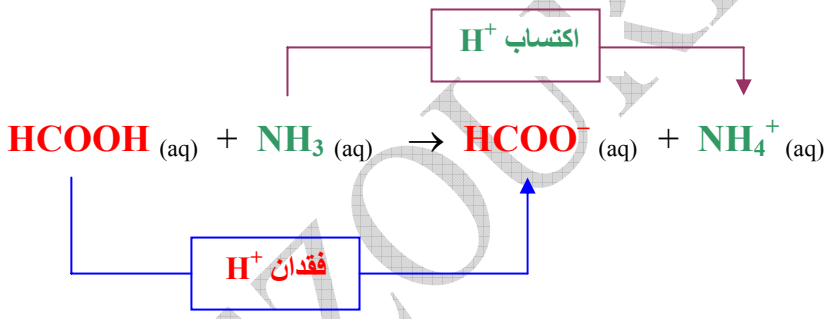
**2 – 4 - الأساس الضعيف** : هو الأساس الذي يتشرد جزئيا في الماء .

**مثال** : $NH_{3\,(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$

في المحلول المائي لهذا الأساس نجد نسبة كبيرة من الجزيئات $NH_3$ التي لم تتشرد .

## 3 – الثنائيات أساس / حمض :

ليكن التفاعل بين محلولين حمضي وأساسي :




**كل فردين كيميائيين يتحولان لبعضهما بعضا عن طريق تبادل البروتونات $H^+$ ، يشكلان ثنائية نسميها الثنائية :**

**أساس / حمض**

في هذا التفاعل لدينا ثنائيتان أساس / حمض ، هما : $HCOOH / HCOO^-$ و $NH_4^+ / NH_3$

يتحول كل فرد كيميائي إلى آخر كما يلي :

$$HCOOH_{(aq)} = H^+ + HCOO^-_{(aq)}$$

$$NH_{3\,(aq)} + H^+ = NH_4^+{}_{(aq)}$$

هاتان المعادلتان ليستا معادلتين لتفاعلين كيميائيين ، بل هما معادلتان شكليتان ، نوضح فيهما كيفية انتقال البروتونات $H^+$ فقط .

لهذا نكتب في هاتين المعادلتين الإشارة ( = ) التي تبيّن كيفية الانتقال من شكل لآخر . نسميهما : **المعادلتان النصفيتان** .

بصفة عـامة نكتب :

**أســاس = $H^+$ + حمض**


قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

**الثنائيتان الخاصتان بالماء :**

– إذا حللنا حمضا في الماء ، فإن الماء يلعب دور أساس بالثنائية $H_3O^+ / H_2O$ : $H_2O + H^+ = H_3O^+$

– إذا حللنا أساسا في الماء ، فإن الماء يلعب دور حمض بالثنائية $H_2O / OH^-$ : $H_2O = H^+ + OH^-$

**الماء نوع كيميائي متذبذب ، أي يلعب دورحمض ودور أساس .**

**ملاحظة** : هناك كثير من الأفراد الكيميائية المتذبذبة ، منها : $HCO_3^-$ ، $HSO_4^-$ ، ... .

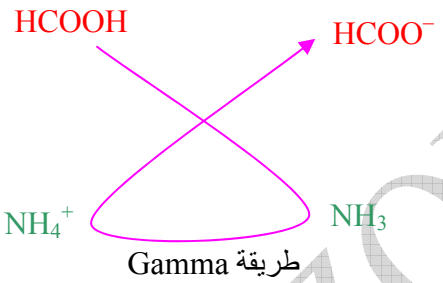
## 4 – التفاعلات حمض - أساس :

التفاعل حمض – أساس هو التفاعل الذي يحدث فيه انتقال البروتونات من الحمض للثنائية **أساس 1 / حمض 1** إلى الأساس من الثنائية **أساس 2 / حمض 2** ، بحيث أن كل البروتونات التي يتخلى عنها الحمض يأخذها الأساس .

نكتب المعادلة بصفة عامة :

**حمض 2 + أساس 1 → أساس 2 + حمض 1**

طريقة قاما (γ) تبيّن لنا الفردين المتفاعلين والفردين الناتجين .




**تفاعل محلول لحمض قوي مع محلول لأساس قوي :**

**مثال** : تفاعل محلول حمض كلور الهيدروجين $(H_3O^+ , Cl^-)$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+ , OH^-)$

الثنائيتان المتفاعلتان هما : بالنسبة للمحلول الحمضي : $H_3O^+ / H_2O$

بالنسبة للمحلول الأساسي : $H_2O / OH^-$

وهما الثنائيتان الخاصتان بالماء ، وهما نفس الثنائيتين في كل الأحماض القوية والأسس القوية .

**معادلة التفاعل** : $(Na^+ , OH^-)_{(aq)} + (H_3O^+ , Cl^-)_{(aq)} \rightarrow (Na^+ , Cl^-)_{(aq)} + 2\,H_2O_{(l)}$ (1)

الشاردتان $Na^+$ و $Cl^-$ شاردتان غير فعالتين في محلول مائي .

نعلم ان ذرة الصوديوم الموافقة لعنصر الصوديوم الواقع في العمود الأول من جدول التصنيف الدوري لها خاصية معدنية قوية ، أي أنها تفقد الإلكترون الموجود في طبقتها الخارجية بسهولة كبيرة ، إذن واضح أن شاردة الصوديوم $Na^+$ تجد صعوبة كبيرة لاكتساب إلكترون (وهذا ما يمكنها ان تفعل) ، إذن فهي شاردة خاملة .

نعلم ان ذرة الكلور الموافقة لعنصر الكلور الواقع في العمود السابع من جدول التصنيف الدوري لها خاصية لا معدنية قوية ، أي أنها تكتسب إلكترونا إلى طبقتها الخارجية بسهولة كبيرة ، إذن واضح أن شاردة الكلور $Cl^-$ تجد صعوبة كبيرة لفقدان إلكترون (وهذا ما يمكنها ان تفعل) ، إذن فهي شاردة خاملة .

وبالتالي نقول أن $Na^+$ و $Cl^-$ شاردتان غير فعّالتين في محلول مائي ، وبالتالي يمكن كتابة المعادلة (1) باختصار :

$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2\,H_2O_{(l)}$$

GUEZOURI Aek

## 5 – الكواشف الملوّنة :

الكواشف الملوّنة هي حموض أو أسس ضعيفة جدّا . نرمز لكاشف ملون ذي صفة حمضية بالرمز **HIn**

يتشرد الكاشف الملون في الماء حسب المعادل الشكلية $HIn \rightarrow H^+ + In^-$

الخاصية التي يمتاز بها الكاشف الملوّن هو أن لون **الجزيء** يختلف عن لون **الشاردة** .

مثلا الفينوفتالئين هو كاشف ذو طبيعة حمضية ، يمكن أن نصيغه بالشكل **HIn** ، حيث :

**HIn** : جزيء شفـاف

$In^-$ : شاردة وردية اللون

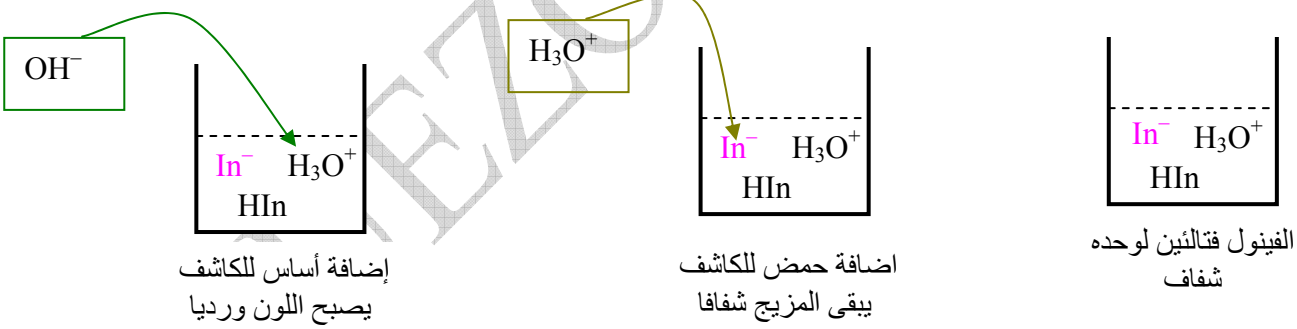
عندما يكون الفينول فتالئين في وسط معتدل (لا حمضي ولا أساسي) يكون هناك توازن بين الجزيئات **HIn** والشوارد $In^-$ ، بحيث تكون الجزيئات كثيرة بالنسبة للشوارد ، مما يعطي اللون الشفاف للفينول فتالئين . نكتب المعادلة الشكلية لهذا التوازن كالتالي :

$$HIn + H_2O \leftrightarrow H_3O^+ + In^-$$

عندما نضيف للفينول فتالئين محلولا حمضيا فإن شوارد $H_3O^+$ التي أتى بها الحمض تتفاعل مع $In^-$ وتحوّلها للجزيئات **HIn** ، وبالتالي يبقى المحلول شفافا (لون **HIn**) في المحاليل الحمضية .

عندما نضيف للفينول فتالئين محلولا أساسيا فإن شوارد $OH^-$ التي أتى بها الأساس تتفاعل مع $H_3O^+$ الموجودة في محلول الكاشف وبالتالي يجب أن تتشرد جزيئات الكاشف **HIn** لتعطي $H_3O^+$ من أجل تعويض $H_3O^+$ التي استهلكها الأساس ، فتتناقص جزيئات الكاشف وتزداد شواردة ، وهذا يؤدّي إلى ظهور اللون الوردي (لون $In^-$)

**الفينول فتالئين شفاف في الأوساط الحمضية ووردي في الأوساط الأساسية (القاعدية)**




## 6 – المعايرة :

المعايرة هي الوسيلة التي تمكّننا من تحديد كمية مادة النوع الكيميائي الذي نعايره .

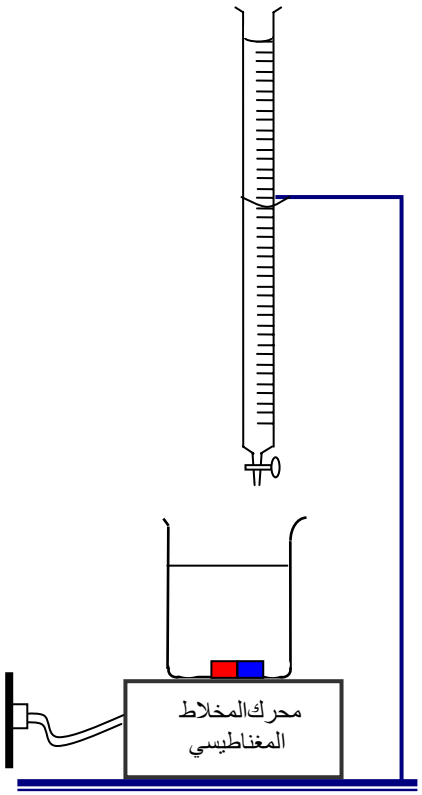
يوجد نوعان من المعايرة :

- المعايرة التي تعتمد على تحطيم النوع الكيميائي الذي نعايره ، وهي معايرة ترتكز على تفاعل كيميائي ، مثلا معايرة محلول حمضي بواسطة محلول أساسي .
- المعايرة التي لا يتحطم فيها النوع الكيميائي الذي نعايره ، وهي لا ترتكز على تفاعل كيميائي ، مثلا تحديد تركيز مصل فيزيولوجي بواسطة قياس الناقلية لعدة محاليل مخففة ثم رسم البيان $G = f(C)$ . (انظر درس الناقلية ) .

نتطرّق في هذا الدرس للمعايرة الأولى ، أي اعتمادا على تفاعل كيميائي وندرس نمطين ، هما المعايرة باستعمال كاشف ملوّن والمعايرة بقياس الناقلية .

قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

## 6 – 1 - المعايرة باستعمال كاشف ملوّن




**معايرة محلول مائي لحمض قوي بواسطة محلول مائي لأساس قوي**

**مثلا** : معايرة محلول حمض كلور الهيدروجين بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم

**معادلة التفاعل** :

$$(Na^+ , OH^-)_{(aq)} + (H_3O^+ , Cl^-)_{(aq)} \rightarrow (Na^+ , Cl^-)_{(aq)} + 2\,H_2O_{(l)}$$

نضع حجما $V_A$ من المحلول الحمضي في البيشر ونضيف له بعض القطرات من كاشف ملوّن (مثلا الفينول فتالئين) فيبقى شفافا .

نملأ السحاحة حتى التدريجة الصفر بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B$ ، ثم نشرع في إضافته للبيشر شيئا فشيئا إلى اللحظة التي ينقلب فيها لون المزيج للون الوردي .

في تلك اللحظة يكون لدينا كمية مادة الحمض في البيشر تساوي كمية مادة الأساس التي نزلت من السحاحة ، ونقول أن التكافؤ حمض أساس قد تحقق .

$$n_{OH^-} = n_{H_3O^+}$$

**لاحظ معي أذكّرك** :

بما أن هيدروكسيد الصوديوم وهو صلب يتحلل كليا في الماء إلى الشوارد $Na^+$ و $OH^-$

إذن كمية مادة **NaOH** هي نفسها كمية مادة شوارد الصوديوم وكذلك كمية مادة شوارد الهيدروكسيد.

ونفس الشيء بالنسبة لغاز **HCl** : $n_{HCl} = n_{H_3O^+} = n_{Cl^-}$

لهذا نكتب : $n_{OH^-} = C_B \times V_{BE}$ ، و $n_{H_3O^+} = C_A \times V_A$ ، حيث $V_{BE}$ هو حجم المحلول الأساسي عند التكافؤ (نقرؤه على السحاحة) .

عند التكافؤ يكون :
$C_A\,V_A = C_B\,V_B$

**ملاحظة** : إذا استعملنا محلولا حمضيا مثل حمض الكبريت $(2\,H_3O^+ , SO_4^{2-})$ ، يكون لدينا $n_{H_3O^+} = 2\,C_A \times V_A$ ، وبالتالي يكون لدينا عند التكافؤ : $2\,C_A\,V_A = C_B V_{BE}$

إذا استعملنا محلولا أساسيا مثل هيدروكسيد المغنزيوم $(Mg^{2+} , 2\,OH^-)$ ، يكون لدينا $n_{OH^-} = 2\,C_B \times V_{BE}$ ، وبالتالي يكون لدينا عند التكافؤ : $C_A\,V_A = 2\,C_B V_{BE}$

**مناقشة عامة** :

**قبل التكافؤ** :

- يكون المزيج (الحمض الموجود في البيشر + الأساس النازل من السحاحة) حامضيا .
- الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج هي :

$H_3O^+$ (التي ما زالت لم تتفاعل)

$Cl^-$ (كمية مادتها لا تتغير مهما كان حجم الأساس المضاف)

$Na^+$ (كمية مادتها تساوي كمية مادة $H_3O^+$ المتفاعلة ، لأن بقدر ما ينزل من السحاحة من شوارد $OH^-$ تنزل شوارد $Na^+$ ، ونعلم أن عدد شوارد $OH^-$ يساوي عدد شوارد $H_3O^+$ المتفاعلة ) .

يوجد كذلك كمية ضئيلة من شوارد $OH^-$ ناتجة عن التشرد الذاتي للماء (نتطرق لهذا الموضوع السنة القادمة إن شاء الله)

**عند التكافؤ** :

- يكون المزيج معتدلا ، لأن كل شوارد $H_3O^+$ قد أستُهلكت من طرف شوارد $OH^-$ .

GUEZOURI Aek

- الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج :

$Na^+$ (كمية مادتها تساوي كمية مادة $H_3O^+$ المتفاعلة)

$Cl^-$ (كمية مادتها لا تتغير مهما كان حجم الأساس المضاف)

يوجد كذلك كمية ضئيلة من شوارد $OH^-$ و شوارد $H_3O^+$ (السنة القادمة ) .

**بعد التكافؤ :**

- يصبح المزيج أساسيّا (شوارد $OH^-$ النازلة من السحاحة لا تجد شوارد $H_3O^+$ لكي تتفاعل معها فتُعطي للمزيج طبيعة أساسية)
- الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج :

$Na^+$ (كمية مادتها تساوي كمية مادة $OH^-$ التي نزلت منذ بداية التفاعل )

$Cl^-$ (كمية مادتها لا تتغير مهما كان حجم الأساس المضاف)

$OH^-$ (التي أعطت اللون الوردي للمزيج )

**حاول أن تعيد نفس هذه المناقشة في حالة معايرة محلول هيدروكسيد الصوديوم بواسطة محلول حمض كلور الهيدروجين .**

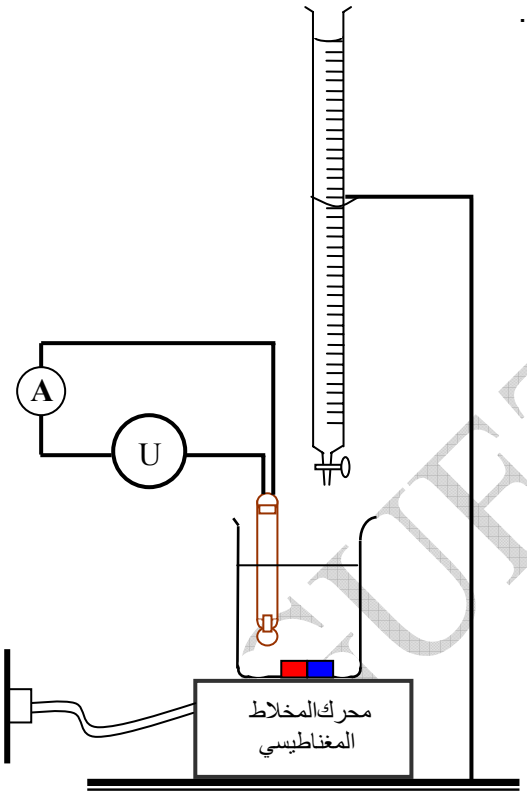
## 6 – 2 - المعايرة بقياس الناقلية

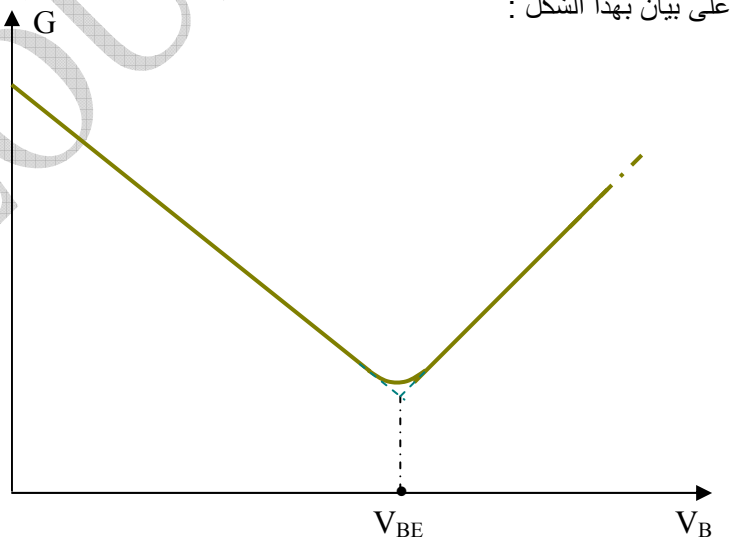
تعتمد هذه الطريقة على التفاعل الكيميائي الذي يتبعه تغيّر تراكيز وأنواع الشوارد في المزيج .

نقوم بنفس العمل السابق ، لكن هذه المرة لا فائدة من إضافة الكاشف الملوّن .

بعد كل إضافة من السحاحة نقيس ناقلية المزيج ، ونمثّل بيانيا الناقلية بدلالة حجم المحلول الأساسي . $G = f(V_B)$

نحصل على بيان بهذا الشكل :




**ملاحظة** : نستعمل حجما كبيرا من المحلول الذي نعايره (المحلول في البيشر) ، بحيث عندما نضيف المحلول الذي نعاير به (المحلول في السحاحة ) يمكن إهمال تغير حجم المزيج ، وبالتالي نهمل تغير تراكيز الشوارد في المزيج بفعل التمديد ، ولا نهتم إلا بتراكيزها الناتجة عن تغير كمية مادتها .

لدينا : $$G = K\sigma = K\left[\lambda_{Na^+}\left[Na^+\right] + \lambda_{Cl^-}\left[Cl^-\right] + \lambda_{OH^-}\left[OH^-\right] + \lambda_{H_3O^+}\left[H_3O^+\right]\right]$$

نهمل ناقلية الماء .

SUEZOURI Aek


قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

**مناقشة البيان :**

- **الجزء الذي تتناقص فيه الناقلية :**

في هذا الجزء لدينا : $G = K\sigma = K\left[\lambda_{Na^+}\left[Na^+\right] + \lambda_{Cl^-}\left[Cl^-\right] + \lambda_{H_3O^+}\left[H_3O^+\right]\right]$

كل ما يحدث هو الاستبدال المتواصل لشوارد $\mathbf{H_3O^+}$ بشوارد $\mathbf{Na^+}$ ، ونلاحظ أن بقدر ما يزداد تركيز شوارد $\mathbf{Na^+}$ في المزيج ينقص تركيز شوارد $\mathbf{H_3O^+}$ ، لكن $\lambda_{H_3O^+} > \lambda_{Na^+}$ ، إذن الناقلية تتناقص .

- **أصغر قيمة للناقلية :**

نحدّد بواسطتها في البيان نقطة التكافؤ ، أي أن كل شوارد $\mathbf{H_3O^+}$ قد نفذت ، وفي هذه النقطة تتحدّد الناقلية بشوارد $\mathbf{Na^+}$ و $\mathbf{Cl^-}$ فقط .

- **الجزء الذي تتزايد فيه الناقلية :**

بعد التكافؤ يشرع تركيز شوارد $\mathbf{OH^-}$ في التزايد ويواصل تركيز شوارد $\mathbf{Na^+}$ تزايُده ، مما يؤدي إلى تزايد الناقلية .

## أمثلة تطبيقية

### المثال الأول

نحضّر محلولا مائيا $S_1$ حجمه 500 mL بتحليل 4 g من NaOH الصلب في الماء المقطر .

نحضّر محلولا مائيا $S_2$ حجمه $V_0 = 100$ mL بتحليل حجما $V_g$ من غاز كلور الهيدروجين في الماء المقطر مأخوذا في الشرطين النظاميين .

نأخذ من هذا المحلول الأخير حجما قدره $V_A = 20$ mL ونصبّه في بيشر ونضيف له بعض القطرات من من الفينول فتالئين .

نملأ سحاحة بالمحلول $S_1$ ، ثم نشرع في إضافته قطرة بعد قطرة للبيشر المزوّد بمخلاط مغناطيسي .

عندما ينقلب لون المزيج نقرأ على السحاحة $V_{BE} = 50$ mL .

1 – لماذا انقلب لون المزيج ؟

2 – كيف نسمي الظاهرة لحظة انقلاب اللون ؟

3 – حدّد الثنائيتين أساس / حمض المتفاعلتين ثم اكتب معادلة التفاعل .

4 – احسب التركيز المولي للمحلول الحمضي .

5 – اكتب معادلة تحلّل غاز كلور الهيدروجين في الماء ، ثم احسب الحجم $V_g$ . $Na = 23\ g\ .\ mol^{-1}$

**الحل :**

**1** – بعدما كان المحلول شفافا (وسط حامضي) ينقلب اللون للوردي عند تجاوز التكافؤ ، بحيث يصبح المزيج أساسيا بفعل شوارد $OH^-$

**2** – نسميها التكافؤ حمض – أساس .

**3** – الثنائيتان أساس حمض هما الثنائيتان الخاصتان بالماء :

- بالنسبة للمحلول الأساسي : $\mathbf{H_2O\ /\ OH^-}$
- بالنسبة للمحلول الحمضي : $\mathbf{H_3O^+\ /\ H_2O}$

معادلة التفاعل : $\mathbf{H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2\ H_2O_{(l)}}$

**4** – عند التكافؤ يكون لدينا : $\mathbf{C_A\ V_A = C_B\ V_B}$ (1)

نحسب $\mathbf{C_B}$ من العلاقة : $C_B = \dfrac{m}{M_{NaOH}V} = \dfrac{4}{40 \times 0,5} = 0,2\ mol.L^{-1}$

GUEZOURI Aek

بالتعويض في العلاقة (1) : $C_A = \frac{C_B \times V_{BE}}{V_A} = \frac{0,2 \times 50}{20} = 0,5\, mol.L^{-1}$

**5** - معادلة تحلل غاز كلور الهيدروجين في الماء : $\mathbf{HCl_{(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}}$

نلاحظ في المعادلة أن : $n_{HCl} = n_{H_3O^+}$

$n_{HCl} = C_A \times V_0 = 0,5 \times 0,1 = 0,05\, mol$

لدينا : $V_g = n_{HCl} \times V_M = 0,05 \times 22,4 = 1,12 L$

## المثال الثاني

نضع في بيشر حجما $V_A = 20$ mL من محلول حمض كلور الهيدروجين ، ثم نضيف له 80 mL من الماء المقطر .

نملأ سحّاحة حتى الصفر بمحلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B = 10$ mmol.L$^{-1}$ .

نغمر في البيشر خلية قياس الناقلية ونضبط التوتر المنتج بين لبوسيها على القيمة $U = 1$ V .

نشرع في إضافة المحلول الأساسي من السحاحة للبيشر ونقرأ الشدة المنتجة للتيار بعد كل إضافة ، ثم نجمع النتائج في الجدول التالي :

| $V_B$ (mL) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I (mA) | 24,6 | 22,6 | 21 | 19,3 | 17,5 | 15,8 | 14,1 | 12,4 | 10,8 | 9,1 | 7,5 |
| G | | | | | | | | | | | |

| $V_B$ (mL) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I (mA) | 7,1 | 8,2 | 9,4 | 10,6 | 11,7 | 13,3 | 14,4 | 15,4 |
| G | | | | | | | | |

1 - ارسم شكلا تخطيطيا للتجربة .

2 - لماذا أضفنا للمحلول الحمضي 80 mL من الماء المقطّر ؟ ولماذا اخترنا $U = 1$ V

3 – أتمم الجدول ، وذلك بحساب G بـ mS .

4 – ارسم البيان $G = f(V_B)$ .

5 – اكتب معادلة التفاعل .

6 – ما المقصود بالتكافؤ حمض – أساس ؟

7 – ما هي الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج :

أ) قبل التكافؤ ؟

ب) بعد التكافؤ ؟

8 – اشرح مختلف أجزاء البيان $G = f(V_B)$ ، ثم حدّد حجم هيدروكسيد الصوديوم اللازم للتكافؤ ( $V_E$ ) .

9 – عبّر عن التركيز المولي $C_A$ لمحلول كلور الهيدروجين بدلالة $V_A$ ، $V_E$ ، $C_B$ .

10 – احسب قيمة $C_A$ .

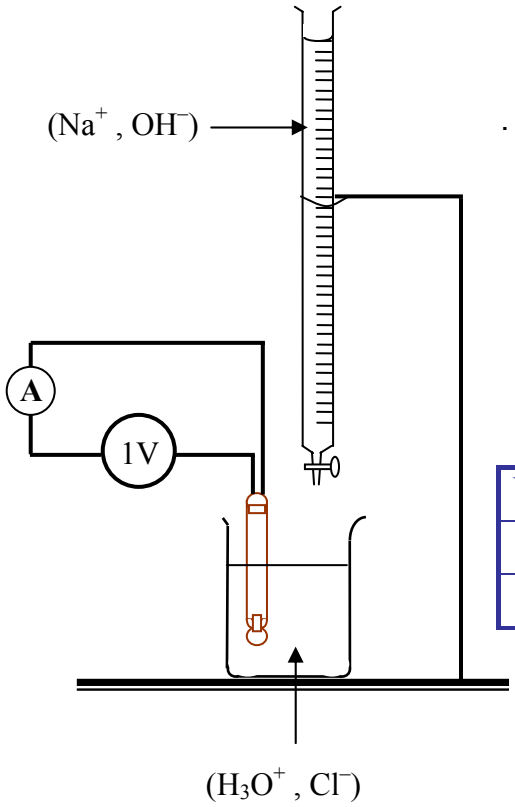
يُعطى : $\lambda_{Na^+} = 5\, mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{Cl^-} = 7,6\, mS.m^2.mol^{-1}$ ، $\lambda_{OH^-} = 20\, mS.m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{H_3O^+} = 35\, mS.m^2.mol^{-1}$ .

GUEZOURI Aek

**الحل :**

1 - شكل التجربة :




2 - أضفنا 80 mL من الماء المقطر للمحلول لكي يكون حجمه كبيرا ، وبالتالي يمكن دراسة ناقلية المزيج بدلالة حجم المحلول الأساسي مع إهمال تغير تراكيز الشوارد بفعل التمديد .

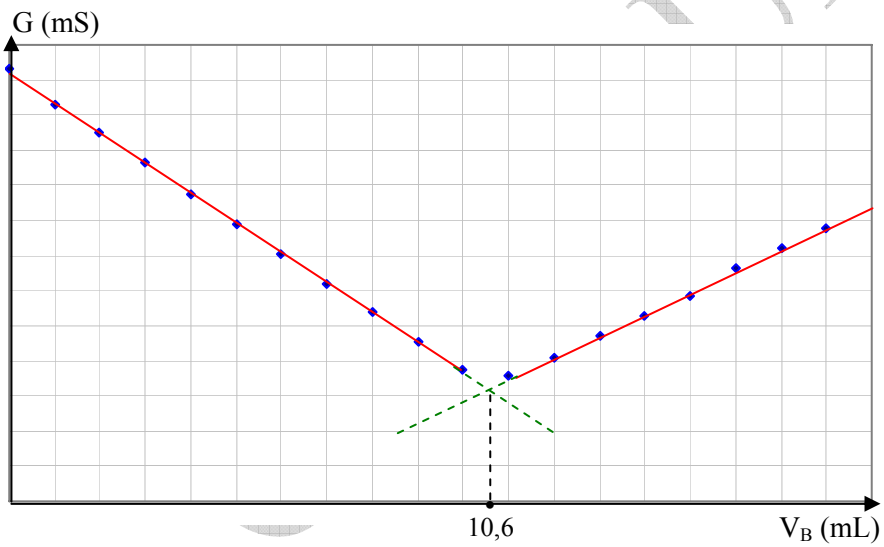
أما استعمالنا لقيمة التوتر المنتج $U = 1\ V$ ، فمن أجل تسهيل الحسابات فقط ، لأن $G = \frac{I}{U}$ ، فإذا كانت $U = 1\ V$ ، نعتبر قيمة الشدة المنتجة التي نقرؤها على الأمبير متر هي نفسها قيمة الناقلية .

3 -

| $V_B$ (mL) | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I (mA) | 24,6 | 22,6 | 21 | 19,3 | 17,5 | 15,8 | 14,1 | 12,4 | 10,8 | 9,1 | 7,5 |
| G(mS) | 24,6 | 22,6 | 21,0 | 19,3 | 17,5 | 15,8 | 14,1 | 12,4 | 10,8 | 9,1 | 7,5 |

| $V_B$ (mL) | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I (mA) | 7,1 | 8,2 | 9,4 | 10,6 | 11,7 | 13,3 | 14,4 | 15,4 |
| G (mS) | 7,1 | 8,2 | 9,4 | 10,6 | 11,7 | 13,3 | 14,4 | 15,4 |

4 – البيـان :




5 – معادلة التفاعل :

$$H_3O^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow 2\,H_2O_{(l)}$$

6 - التكافؤ حمض – أساس هي حالة المزيج التي تكون فيها كمية مادة الحمض تساوي كمية مادة الأساس .

7 - الأفراد الكيميائية المتواجدة في المزيج :

قبل التكافؤ : $Na^+$ ، $Cl^-$ ، $H_3O^+$

بعد التكافؤ : $Cl^-$ ، $Na^+$ ، $OH^-$

8 - انظر للشرح في الصفحة 7 ( نستعمل قيم $\lambda$ في الشرح) .

من أجل تحديد نقطة التكافؤ نمدد المستقيمين حتى يتقاطعان في نقطة فاصلتها هي حجم المحلول الأساسي اللازم للتكافؤ :

$$V_{BE} = 10,6\ mL$$

9 - عند التكافؤ لدينا : $C_A V_A = C_B V_{BE}$ ، ومنه : $C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$

$$C_A = \frac{10 \times 10^{-3} \times 10,6}{(20+80)} = 1,06 \times 10^{-3}\ mol.L^{-1}$$


قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM

## تمارين للحل

### التمرين 1

**1** – الأنواع الكيميائية التالية عبارة عن أسس :

أ) $H_2O$ ب) $NH_3$ جـ) $OH^-$ د) $CO_3^{2-}$ هـ) $CH_3COO^-$ و) $CH_3NH_2$ .

حدّد الحمض المرافق ، ثم اكتب المعادلة النصفية للثنائية الموافقة .

**2** – الأنواع الكيميائية التالية عبارة عن حموض :

أ) $H_2O$ ب) $(CO_2 , H_2O)$ جـ) $HCOOH$ د) $HNO_2$ هـ) $(CH_3)_3 NH^+$

حدّد الأساس المرافق ، ثم اكتب المعادلة النصفية للثنائية الموافقة .

### التمرين 2

يحتوي بيشر على 80 mL من محلول لحمض كلور الهيدروجين تركيزه المولي $0,2\ mol.L^{-1}$ . نضيف له 0,44 g من هيدروكسيد الصوديوم الصلب .

1 – ما هي الثنائيات أساس / حمض في المزيج ؟

2 – اكتب معادلة التفاعل .

3 – احسب كمية مادة كل متفاعل قبل التفاعل .

4 – أنشيء جدول التقدم .

5 – ما هو المتفاعل المحد ؟ استنتج التقدّم الأعظمي .

6 – احسب كمية مادة كل متفاعل في نهاية التفاعل .

7 – نضيف للمزيج بعض القطرات من أزرق البروموتيمول ، كيف يصبح لون المزيج ؟

### وضعية ادماجية

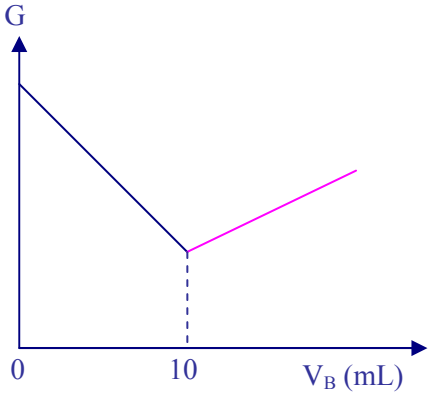
اشترت ربة بيت بعض القارورات من منظف تجاري سائل مكتوب عليها ( 12 % HCl ) ، أي أن في كل 100 g من هذا المنظف يوجد 12 g من HCl . لاحظت ربة البيت أن مفعول هذا المنظف ضعيف .

زينب بنت هذه السيّدة ، تلميذة تدرس في السنة الثانية علوم تجريبية ، ذات نباهة علمية فائقة ، أخذت قارورة من هذه القارورات لأستاذها لمادة الكيمياء من أجل معايرتها في حصة الأعمال التطبيقية .

التجربة التي قام بها فوج التلاميذ :

مدّدوا بالماء المقطر 100 مرة محتوى القارورة وأخذوا منه حجما قدره $V_A = 20\ mL$ ووضعوه في بيشر من أجل معايرته بواسطة قياس الناقلية . استعملوا في هذه المعايرة محلولا لهيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي $C_B = 5 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}$ .

وبعد أخذ النتائج مثّلوا بيانيا ناقلية المزيج بدلالة حجم المحلول الأساسي $V_B$ .




1 – اكتب معادلة التفاعل .

2 – احسب كمية مادة الحمض في البيشر

3 – احسب التركيز المولي بـ HCl للمحلول التجاري .

4 – بواسطة تجربة جانبية حدّد فوج التلاميذ الكتلة الحجمية للمحلول التجاري :

$\rho = 1,04\ kg\ .L^{-1}$

هل هذا المنظف مغشوش ؟

GUEZOURI
Abdelkader
Oran

GUEZOURI Aek



قلم الجزائر
WWW.DZPEN.COM