

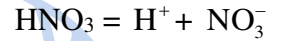
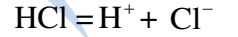
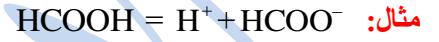
## ملخص المعايرة حمض - أساس

### الأحماض والأساس:

مفهوم الحمض والأساس حسب برونشستد - لوري:

#### 1- الحمض:

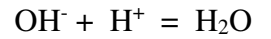
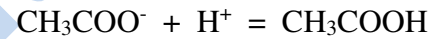
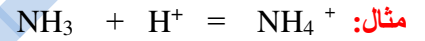
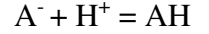
الحمض هو كل فرد كيميائي بإمكانه أن يحرر (يفقد) بروتون  $H^+$  أو أكثر أثناء تفاعل كيميائي كمايلي:



بمأن:  $HCl$  و  $HCOOH$  و  $HNO_3$  استطاعت التخلي عن بروتون  $H^+$  فان كل واحد منها يسمى **حمضا**.

#### 2- الأساس:

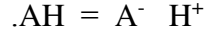
الأساس هو كل فرد كيميائي بإمكانه أن يثبت (يكتسب) بروتون أو أكثر أثناء تفاعل كيميائي كمايلي:



بمأن:  $NH_3$  و  $CH_3COO^-$  و  $OH^-$  استطاعت اكتساب بروتون  $H^+$  فان كل واحد منها يسمى **أساسا**.

#### 3- مفهوم الثنائية: ( حمض / أساس ) ( Acide / Base ):

لكل حمض أساس مرافق له ولكل أساس حمض مرافق له أيضا حيث يمكن المرور من الحمض  $AH$  إلى الأساس  $A^-$  وفق المعادلة:



كما يمكن المرور من الأساس  $A^-$  إلى الحمض  $AH$  وفق المعادلة:  $A^- + H^+ = AH$ .

تعرف الثنائية ( Acide / Base ) بأنها جملة مكونة من الحمض  $AH$  وأساسه المرافق  $A^-$  وتكتب: (  $AH / A^-$  )

#### مثال:

الثنائية ( Acide / Base )	الحمض	الأساس المرافق	المعادلة النصفية
$HCl/Cl^-$	$HCl$	$Cl^-$	$HCl = H^+ + Cl^-$
$CH_3COOH/CH_3COO^-$	$CH_3-COOH$	$CH_3-COO^-$	$CH_3-COOH = CH_3-COO^- + H^+$
$NH_4^+/NH_3$	$NH_4^+$	$NH_3$	$NH_4^+ = NH_3 + H^+$
$H_3O^+/H_2O$	$H_3O^+$	$H_2O$	$H_3O^+ = H_2O + H^+$
$H_2O / OH^-$	$H_2O$	$OH^-$	$H_2O = OH^- + H^+$
$HCO_3^- / CO_3^{2-}$	$HCO_3^-$	$CO_3^{2-}$	$HCO_3^- = CO_3^{2-} + H^+$

#### 4- التفاعل حمض - أساس:

**تعريف:** نسبي تفاعل حمض - أساس كل تفاعل يتم خلاله تبادل بروتون  $H^+$  بين المتفاعلات.

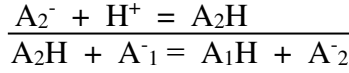
لا يتم فقدان بروتون  $H^+$  من قبل نوع كيميائي (حمض), إلا إذا وجد نوع كيميائي آخر قادر على اكتساب هذا البروتون (أساس).

من هذه الخاصية, كل تفاعل حمض-أساس لا بد أن تشارك فيه ثنائيتين  $A_1H/A_1$  و  $A_2H/A_2$ , حيث يتفاعل حمض إحدى الثنائيتين مع أساس الثنائية الأخرى.

فمثلا عند تفاعل الحمض  $A_1H$  مع الأساس  $A_2^-$ , نحصل على المعادلة الأجمالية للتفاعل وذلك بإتباع الخطوات التالية:



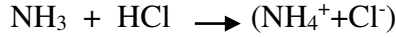
ننجز مجموع نصفي المعادلتين:



**أمثلة للتفاعلات الحمضية-الأساسية:**

- تفاعل غاز النشادر مع غاز كلورور الهيدروجين:

يؤدي تفاعل غاز النشادر  $NH_3(g)$  مع غاز كلورور الهيدروجين  $HCl(g)$  إلى تكون مركب صلب شاردي لكلورور الأمونيوم  $NH_4Cl(s)$ , وفق المعادلة الكيميائية التالية:



- تفاعل حمض النتريك السائل مع الماء:

يؤدي تفاعل حمض النتريك  $HNO_3(l)$  مع الماء إلى تكون شوارد النترات  $NO_3^-(aq)$  وشوارد الهيدرونيوم  $H_3O^+(aq)$  وفق المعادلة التالية:



نلاحظ أنه في كلتا المعادلتين هناك نوع يفقد بروتونا  $H^+$  ( $HNO_3$  ;  $HCl$ ) في حين يكتسب النوع الكيميائي الآخر هذا البروتون ( $NH_3$  ;  $H_2O$ ). نقول أن هناك تبادل بروتوني بين النوعين الكيميائيين المتفاعلين.

### 5- المعايرة:

معايرة نوع كيميائي A مجهول التركيز (المحلل المعيار) تكون باعتماد تفاعل كيميائي يحدث بينه وبين نوع كيميائي آخر B يأتي به ذو تركيز معروف (المحلل المعيار).

ان التفاعل الحاصل بين A و B يسمى **تفاعل المعايرة**, ويجب أن تتوفر فيه الشروط التالية:

- كليا أو تاما: يُستهلك المتفاعل المحد كليا.

- سريعا: ينتهي التفاعل لحظيا أو في وقت وجيز.

- انتقائيا: لا يتفاعل النوع المعيار B إلا مع النوع المعيار A.

مع إضافة المحلول المعيار B يتواصل استهلاك المتفاعل المعيار A حتى تنعدم كمية مادته, في هذه الحالة يكون قد تم استهلاك المتفاعل A و B معا. نقول إن المعايرة وصلت إلى نقطة التكافؤ, ونسمي الحجم المضاف من المحلول المعيار للوصول إلى التكافؤ, الحجم المضاف عند التكافؤ, ونرمز له ب:  $V_{eq}$ .

### أ- المعايرة اللونية:

نعاير محلول حمض كلور الماء ( $H_3O^+ + Cl^-$ ) بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم ( $Na^+ + OH^-$ )

باستعمال كاشف أزرق بروموتيمول نضع في بيشر حجما من محلول حمض كلور الماء تركيزه مجهول  $C_A = ?$ , ثم نضيف له قطرات من كاشف أزرق بروموتيمول.

**الملاحظة:** ظهور اللون الأصفر.

نضع في سحاحة محلول هيدروكسيد الصوديوم تركيزه المولي معلوم, وسكب تدريجيا هذا المحلول على المحلول الحمضي إلى غاية تغير لون المزيج.

**الملاحظة:** نلاحظ انه كي يتحول لون المزيج إلى الأخضر يلزمنا حجم من الأساس

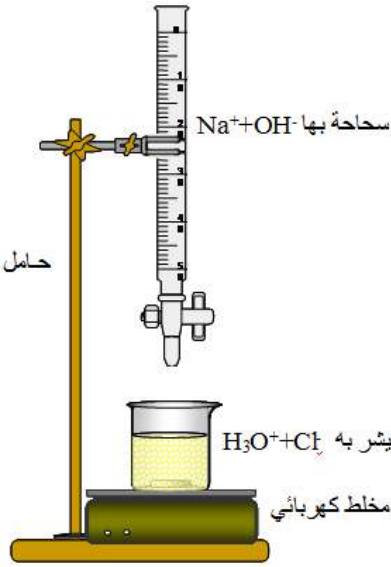
قدره  $V_{Be}$  أي أن الوسط يصبح معتدل, مما يدل على أن كل الشوارد  $H_3O^+$  الموجودة في الحمض تتفاعل مع كل الشوارد  $OH^-$  القادمة من الأساس.

**نقطة التكافؤ:** يحدث التكافؤ عندما تصبح كمية الشوارد  $H_3O^+$  الموجودة في الحمض مساوية لكمية الشوارد  $OH^-$  المضافة و الموجودة في الأساس, ويكون المزيج في

الشروط الستوكيومترية وهذا عند تغير اللون للمزيج.

جدول تقدم التفاعل:

$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2 H_2O$			المعادلة
$n_{H_3O^+}$	$n_{OH^-}$	$H_2O$	التقدم
$CaVa$	$C_bV_b$	0	الحالة الابتدائية
$CaVa - X$	$C_bV_b - 2X$	$2X$	حالة كيفية
$CaVa - X_{max}$	$C_bV_b - X_{max}$	$2X_{max}$	الحالة النهائية



$$\begin{cases} CaVa - X_{\max} = 0 \\ C_bV_b - X_{\max} = 0 \end{cases} \longrightarrow CaVa = C_bV_b \text{ eq}$$

ومنه نستطيع من علاقة التكافؤ حساب تركيز المحلول المجهول.

#### ب- المعايرة عن طريق قياس الناقلية:

بواسطة ماصة مزودة بإجاصة نأخذ حجما من محلول حمض كلور الهيدروجين HCl تركيزه المولي  $C_a$  مجهول ونضعه في بيشر. ونملا السحاحة بمحلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH تركيزه المولي معلوم ثم نغمر في البيشر مسبار جهاز قياس الناقلية او الناقلية النوعية أو خلية قياس الناقلية. (أنظر الشكل أسفله).

إذا كان المسبار غير مغمور بكفاية نضيف الماء المقطر حتى ينغمر.

نقيس قيمة  $\sigma$  للمحلول قبل اضافة الأساس. نسحح حجما  $V_b$  من المحلول الاساسي NaOH تدريجيا مع الرج ونقيس قيم  $\sigma$  الموافقة ونتحصل على البيان التالي :

**الملاحظة:** نلاحظ ان الناقلية تتناقص بزيادة حجم الشوارد  $H_3O^+$  حتى تبلغ قيمة حدية صغرى ثم تزداد من جديد.

#### مناقشة وتفسير البيان:

##### قبل نقطة التكافؤ:

عند اضافة الأساس تدريجيا تتفاعل كل شوارد الهيدروكسيد مع شوارد الهيدرونيوم فيتناقص تركيز شوارد الهيدرونيوم و ينتج الماء وبالتالي تتناقص ناقلية المحلول تدريجيا بحيث يبقى المحلول في البيشر حمضي والمتفاعل المحد هي شوارد  $OH^-$ .

##### عند نقطة التكافؤ:

ترتبط كل الشوارد  $H_3O^+$  مع كل الشوارد  $OH^-$  المضافة و تنتج الماء  $H_2O$  ، و هذا يوافق أدنى قيمة لناقلية المحلول ، لان عدد الشوارد اقل ما يمكن و تمثل هذه النقطة ( نقطة التكافؤ ) .

##### بعد نقطة التكافؤ:

عند اضافة الأساس تدريجيا تضاف شوارد الهيدروكسيد و تبقى في البيشر دون أن تتفاعل فيزداد تركيزها في المحلول و بالتالي تزداد ناقلية المحلول حيث يتحول المحلول في البيشر الى محلول اساسي والمتفاعل المحد هي شوارد  $H_3O^+$ .

##### ملاحظة:

تحدد نقطة التكافؤ من البيان كأدنى قيمة لناقلية المحلول وذلك بعد الإسقاط على محور الحجم.

