

1- التفاعلات الحمضية - القاعدية :

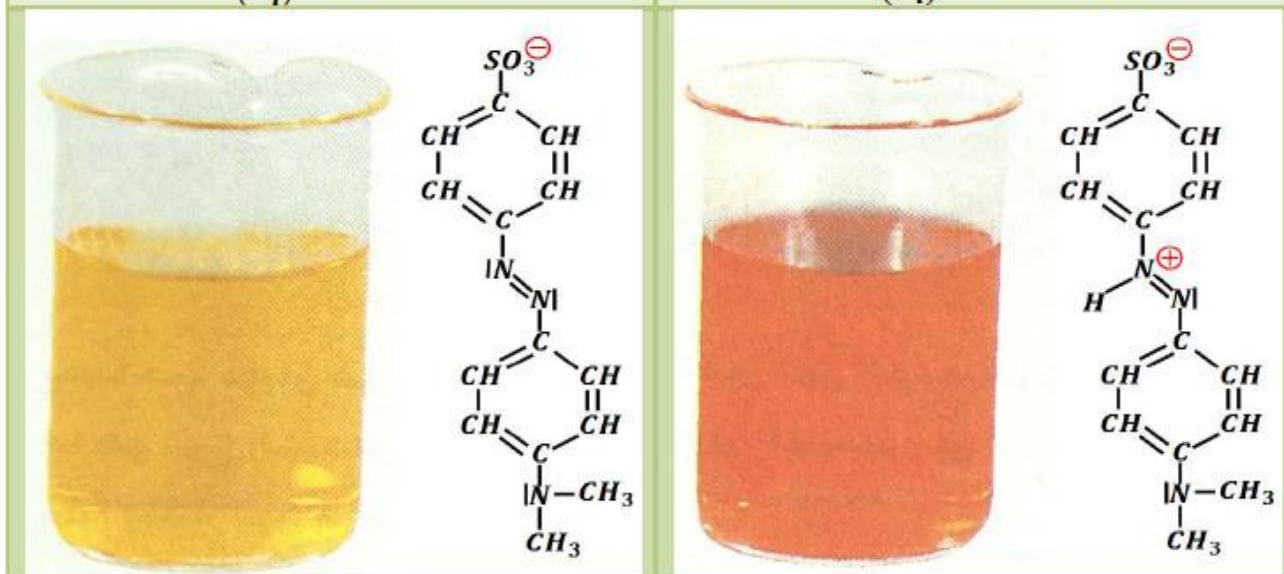
1-1- الكواشف الملونة :

1-1-1- نشاط :

يوجد الهيليانتين في محلول مائي على شكلين مختلفين من حيث اللون :

شكله القاعدي (نرمل له بـ $In_{(aq)}^-$) : أصفر

شكله الحمضي (نرمل له بـ $HIn_{(aq)}$) : أحمر



أ- اكتب الصيغة الإجمالية لكل من الشكلين الحمضي والقاعدي للهيليانتين .

الصيغة الإجمالية للهيليانتين في شكله الحمضي $C_{14}H_{15}N_3SO_3$ والقاعدي $C_{14}H_{14}N_3SO_3^-$.

ب- استنتج الدقيقة المتبادلة بين الشكلين ، أثناء تغير لون الكاشف .

الدقيقة المتبادلة بين الشكلين هي H^+ .

ج- اكتب نصف المعادلة التي تعبر عن تبادل الدقيقة بين الصيغتين .

نصف المعادلة هي : $HIn_{(aq)} \rightarrow In_{(aq)}^- + H_{(aq)}^+$.

1-2-1- خلاصة :

الكواشف الملونة عبارة عن مركبات عضوية تأخذ لونا في الوسط الحمضي ولونا آخر في الوسط

القاعدي ، نرمل للكواشف الملونة في صيغتها الحمضية بـ $HIn_{(aq)}$ وفي صيغتها القاعدية بـ

$In_{(aq)}^-$.

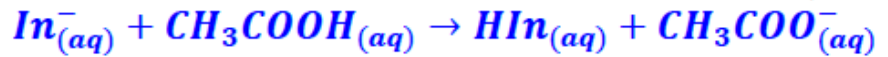


لون الشكل القاعدي و pH المحلول	لون الشكل الحمضي و pH المحلول	مثال
أزرق ($pH > 7,6$)	أصفر ($pH < 6,0$)	أزرق البروموتيمول (BBT)
أصفر برتقالي ($pH > 4,4$)	أحمر ($pH < 3,1$)	الهيليانتين
أحمر بنفسجي ($pH > 10,0$)	عديم اللون ($pH < 8,3$)	فينول فتالين

2-1- الأحماض والقواعد :

1-2-1- نشاط :

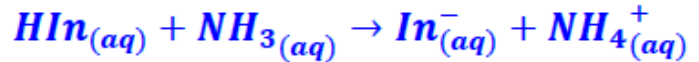
■ نصب قليلا من محلول أزرق البروموثيمول (BBT) في شكله القاعدي $In^-_{(aq)}$ في أنبوب اختبار 1 ، ونضيف إليه بعض قطرات محلول حمض الإيثانويك $CH_3COOH_{(aq)}$. فيصبح لون المحلول أصفرا .
أ- ما النوع الكيميائي المتكون الذي تم إبرازه خلال التحول ؟
النوع الكيميائي المتكون الذي تم إبرازه هو $HIn_{(aq)}$ لأن (BBT) تغير لونه من الأزرق إلى الأصفر .
ب- أتمم المعادلة الكيميائية التالية :



ج- املا الفراغ بإحدى الكلمتين : كسب - فقد .

$In^-_{(aq)}$ **كسب** بروتونا $H^+_{(aq)}$. $CH_3COOH_{(aq)}$ **فقد** بروتونا $H^+_{(aq)}$.

■ نصب قليلا من محلول أزرق البروموثيمول (BBT) في شكله الحمضي $HIn_{(aq)}$ في أنبوب اختبار 2 ، ونضيف إليه بعض قطرات محلول الأمونياك $NH_3_{(aq)}$. فيصبح لون المحلول أزرقا .
أ- ما النوع الكيميائي المتكون الذي تم إبرازه خلال التحول ؟
النوع الكيميائي المتكون الذي تم إبرازه هو $In^-_{(aq)}$ لأن (BBT) تغير لونه من الأصفر إلى الأزرق .
ب- أتمم المعادلة الكيميائية التالية :



ج- املا الفراغ بإحدى الكلمتين : كسب - فقد .

$HIn_{(aq)}$ **فقد** بروتونا $H^+_{(aq)}$. $NH_3_{(aq)}$ **كسب** بروتونا $H^+_{(aq)}$.

2-2-1- خلاصة :

📌 نسمي **حمضا** ($BH^+; HA$) ، حسب برونشتد ، كل نوع كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ .

مثال : حمض الإيثانويك CH_3COOH و حمض النمليك $HCOOH$ وأيون الأمونيوم NH_4^+ وأيون ثنائي هيدروجينوفوسفات $H_2PO_4^-$.

📌 نسمي **قاعدة** ($A^-; B$) ، حسب برونشتد ، كل نوع كيميائي قادر على اكتساب بروتون H^+ .

مثال : أيون إيثانوات CH_3COO^- و الأمونياك NH_3 و أيون الكربونات CO_3^{2-} وأيون أحادي هيدروجينوفوسفات HPO_4^{2-} .

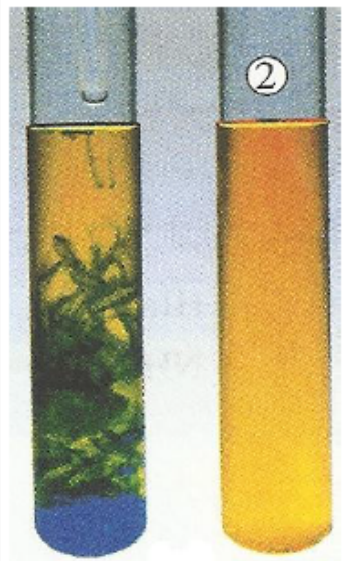
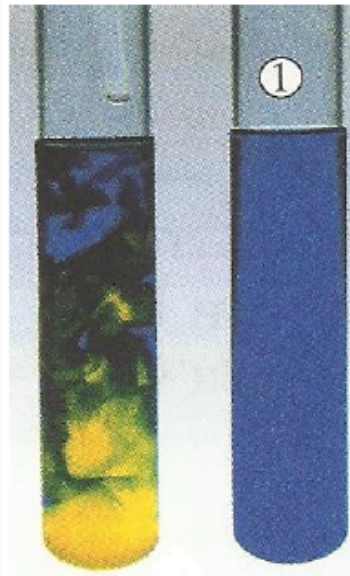
📌 نسمي **تفاعل حمض - قاعدة** كل تفاعل يقع فيه **تبادل بروتونات** H^+ بين المتفاعلات .

2- المزدوجة قاعدة/حمض :

1-2- تعريف :

النوعان الكيميائيان HA و A^- (أو BH^+ و B) **مترافقان** ، ويكونان **مزدوجة قاعدة/حمض** إذا كان بالإمكان الانتقال من نوع كيميائي لآخر باكتساب أو فقدان بروتون H^+ ، ونرمز لها بـ : HA/A^- أو BH^+/B .

مثال : $CH_3COOH_{(aq)}/CH_3COO^-_{(aq)}$ و $HIn_{(aq)}/In^-_{(aq)}$.



قدم العالم
السويدي
أرينوس نظرية
مفيدة حول
الأحماض
والقواعد في
المحاليل المائية .

وفي سنة 1923 م اقترح **جوهانس برونشتد** بمساعدة مارتين لوري نظرية أعم . وأحدث نظرية عصرية تتعلق بالأحماض والقواعد أسسها الأمريكي **جيبير لويس** .

2-2- نصف معادلة حمض – قاعدة :

بصفة عامة ، يمكن حسب الظروف التجريبية :

● لحمض H (أو BH^+) أن يفقد بروتونا H^+ حسب المعادلة التالية :



● لقاعدة A^- (أو) أن تكتسب بروتونا H^+ حسب المعادلة التالية :



يمكن تعريف **المزدوجة قاعدة/حمض** بنصف المعادلة : $BH^+ \rightleftharpoons B + H^+$ أو $HA \rightleftharpoons A^- + H^+$

أمثلة :

اسم الحمض	اسم القاعدة	المزدوجة	نصف معادلة التفاعل
حمض الإيثانويك	أيون إيثانوات	$CH_3COOH_{(aq)} / CH_3COO^-_{(aq)}$	$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons CH_3COO^-_{(aq)} + H^+$
أيون الأمونيوم	الأمونياك	$NH_4^+_{(aq)} / NH_{3(aq)}$	$NH_4^+_{(aq)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H^+$
أيون هيدروجينوكربونات	أيون الكربونات	$HCO_3^-_{(aq)} / CO_3^{2-}_{(aq)}$	$HCO_3^-_{(aq)} \rightleftharpoons CO_3^{2-}_{(aq)} + H^+$
أيون ثنائي هيدروجينوفوسفات	أيون أحادي هيدروجينوفوسفات	$H_2PO_4^-_{(aq)} / HPO_4^{2-}_{(aq)}$	$H_2PO_4^-_{(aq)} \rightleftharpoons HPO_4^{2-}_{(aq)} + H^+$
أيون الأوكسونيوم	الماء	$H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$	$H_3O^+_{(aq)} \rightleftharpoons H_2O_{(l)} + H^+$
الماء	أيون الهيدروكسيد	$H_2O_{(l)} / HO^-_{(aq)}$	$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HO^-_{(aq)} + H^+$

2-3- الأمفوليتات :

الأمفوليت هو نوع كيميائي يلعب دور حمض في مزدوجة ودور قاعدة في مزدوجة أخرى .

مثال :

✍ **الماء $H_2O_{(l)}$** يعتبر أمفوليت لأنه يلعب دور قاعدة في $H_3O^+_{(aq)} / H_2O_{(l)}$ ودور حمض

في $H_2O_{(l)} / HO^-_{(aq)}$.

✍ **أيون هيدروجينوكربونات $HCO_3^-_{(aq)}$** يعتبر أمفوليت لأنه يلعب دور حمض في

$HCO_3^-_{(aq)} / CO_3^{2-}_{(aq)}$ ودور قاعدة في $CO_2, H_2O / HCO_3^-_{(aq)}$.

✍ **أيون هيدروجينوكربيرات $HSO_4^-_{(aq)}$** يعتبر أمفوليت لأنه يلعب دور حمض في

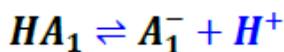
$HSO_4^-_{(aq)} / SO_4^{2-}_{(aq)}$ ودور قاعدة في $H_2SO_4_{(aq)} / HSO_4^-_{(aq)}$.

3- معادلة التفاعل حمض – قاعدة :

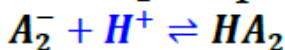
عووما لا يتم فقدان بروتون H^+ من طرف الحمض إلا بوجود قاعدة قادرة على اكتساب البروتون H^+ والعكس صحيح .

إذن ، في تفاعل حمضي – قاعدي تشارك مزدوجتان HA_1 / A_1^- و HA_2 / A_2^- حيث يتفاعل مثلا HA_1 مع A_2^- أو HA_2 مع A_1^- .

نحدد أولا المزدوجتين المتدخلتين في التفاعل HA_1 / A_1^- و HA_2 / A_2^- ، ثم نكتب نصف معادلة المزدوجتين حسب منحى وقوعهما ، فمثلا :



بالنسبة للمزدوجة الأولى :



بالنسبة للمزدوجة الثانية :

ثم نكتب معادلة التفاعل الحمضي – القاعدي بجمع نصفي المعادلتين :



تطبيق

تفاعل محلول كلورور الأمونيوم $(NH_4^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ مع محلول هيدروكسيد الصوديوم $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$.	تفاعل غاز كلورور الهيدروجين $HCl_{(g)}$ مع غاز الأمونياك $NH_{3(g)}$.
المتفاعلات هي : $NH_4^+_{(aq)}$ و $HO^-_{(aq)}$. المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما : $NH_4^+_{(aq)}/NH_{3(aq)}$ و $H_2O_{(l)}/HO^-_{(aq)}$. نصفي المعادلتين : $NH_4^+_{(aq)} \rightleftharpoons NH_{3(aq)} + H^+$ $HO^-_{(aq)} + H^+ \rightleftharpoons H_2O_{(l)}$ المعادلة الحاصلة : $NH_4^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow NH_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$	المتفاعلات هي : $NH_{3(g)}$ و $HCl_{(g)}$. المزدوجتان المتدخلتان في التفاعل هما : $NH_4^+_{(aq)}/NH_{3(g)}$ و $HCl_{(g)}/Cl^-$. نصفي المعادلتين : $HCl_{(g)} \rightleftharpoons Cl^- + H^+$ $NH_{3(g)} + H^+ \rightleftharpoons NH_4^+$ المعادلة الحاصلة : $HCl_{(g)} + NH_{3(g)} \rightarrow (NH_4^+ + Cl^-)_{(s)}$