

الكيمياء غير العضوية

أ.د. عمر الزين

كلية العلوم، قسم الكيمياء
جامعة الملك عبد العزيز، جدة





الباب السابع

الأحماض والقواعد

Acids and Bases

نتحدث اليوم عن

• الأحماض والقواعد Acids and Bases

○ أرهينيوس Arhenius

○ برونستد + لوري Bronsted and Lowry

○ لكس + فلْدُ Lux and Flood

○ لِيوس Lewis

• الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases



" وما يستوي البحران هذا عذب فرات سائغ شرابه
وهذا ملح أجاج ومن كلٍ تأكلون لحماً طرياً
وتستخرجون حلية تلبسونها وتري الفلك فيه مواخر
ولتبتغوا من فضله ولعلكم تشكرون "

(سورة فاطر، آية 22)

الأحماض والقواعد

Acids and Bases

• أشهر التعاريف ← الأول:

○ تعريف أرهينيوس :Arrhenius Definition

- الحمض هو ذلك النوع من المواد الذي يُطلق دالف لهيدروجين الموجب (يد⁺، H⁺) أو دالف الماء الموجب (يد₃^{أ+}، H₃O⁺) في المحلول المائي (Aqueoussolution)
- والقاعدة التي تطلق دالف الهيدروكسيد السالب (أيد⁻، OH⁻)
- تفاعل دالف الهيدروجين الموجب ودالف الهيدروكسيد السالب والذي ينتج عنه الماء ما هو إلا عبارة عن تفاعل حمض وقاعدة



الأحماض والقواعد

Acids and Bases

• حمض + قاعدة ← ملح + ماء
acid + base → salt + water

• $\text{H}^+ + \text{Cl}^- + \text{Na}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{Na}^+ + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$



الأحماض والقواعد

Acids and Bases

• أشهر التعاريف ← الثاني:

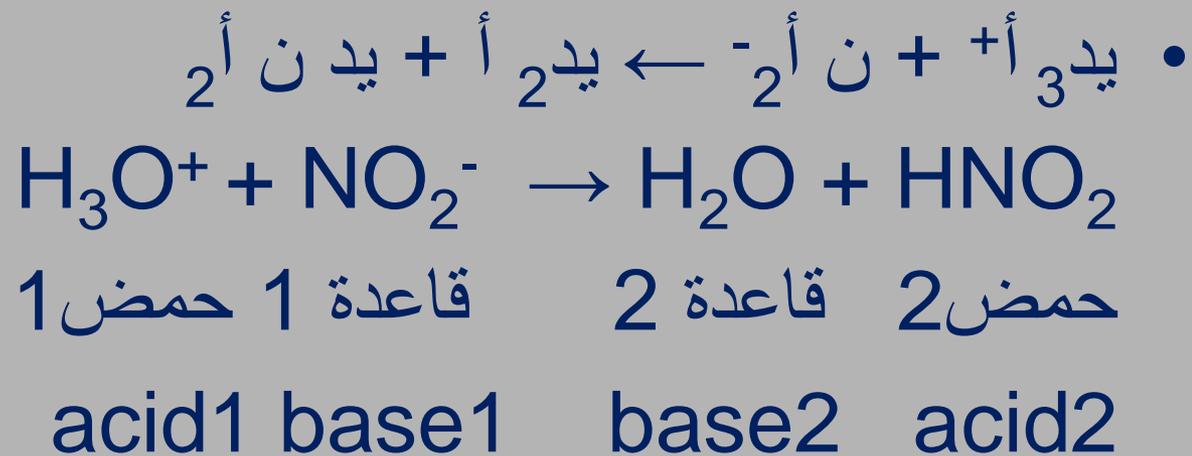
○ تعريف برونستد + لوري

Bronsted and Lowry Definition

- عرف الأحماض بأنها المانحة (أو المعطية) لدالف الهيدروجين الموجب (Proton Donors)
- القواعد بأنها المستقبلة لدالف الهيدروجين الموجب (Proton Acceptors)



الأحماض والقواعد Acids and Bases



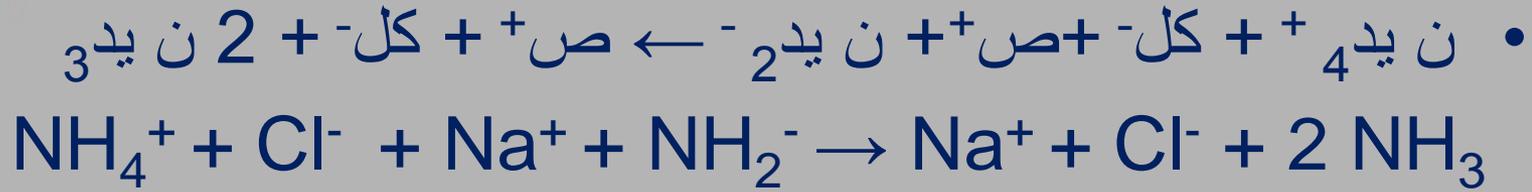
الأحماض والقواعد

Acids and Bases

- أدخل هذا التعريف مفهوما جديدا ألا وهو قرين الأحماض والقواعد Conjugate Acids and Bases
- يختلفان (أي الحمض عن قرينه والقاعدة عن قرينتها) لوجود أو غياب دالف الهيدروجين الموجب فالدالف يد³⁺أ⁺ H₃O⁺ قرين حمض للقاعدة يد²أ H₂O
- وكذلك نأ⁻² NO₂⁻ قرينة قاعدة للحامض يدنأ² HNO₂

الأحماض والقواعد

Acids and Bases



- فجزيء النشار (ن يد₃ NH₃) الناتج من التفاعل يعتبر قرين حمض وقرين قاعدة في آن واحد

الأحماض والقواعد

Acids and Bases

• أشهر التعاريف ← الثالث:

○ تعريف لكس + فلذ Lux and Flood Definition

■ إتخذا مَنحَى آخر، حيث اعتبرنا دالف الأكسيد السالب ليكون هو مرتكز تعريفهم، فَقَدَّمَا بذلك تعريفا لنظم

غير هيدروجينية Nonprotonic Systems



base acid

الأحماض والقواعد

Acids and Bases

- فهنا عند درجة الحرارة العالية يتفاعل مصهور أكسيد الكالسيوم (كا أ CaO) مع ثاني أكسيد السيليكون (س أ₂ SiO₂)
- أصبح بالإمكان تعريف الأحماض والقواعد في الوسط المائي وغير المائي والمصهور



الأحماض والقواعد

Acids and Bases

- أشهر التعاريف ← الرابع:

- تعريف لُوس Lewis Definition

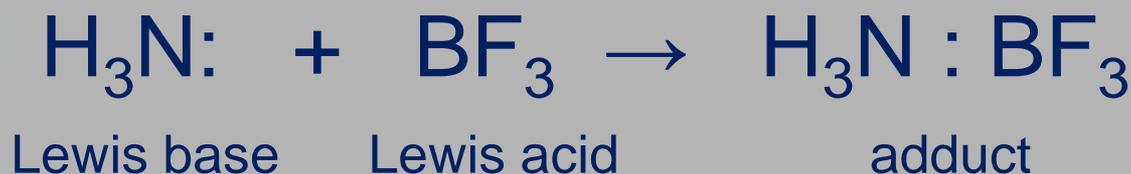
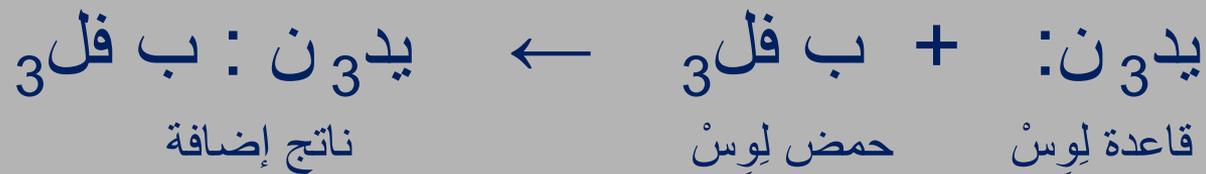
- القاعدة: هي المانحة لزوجين من الكهيربات

Electron – Pair Donor

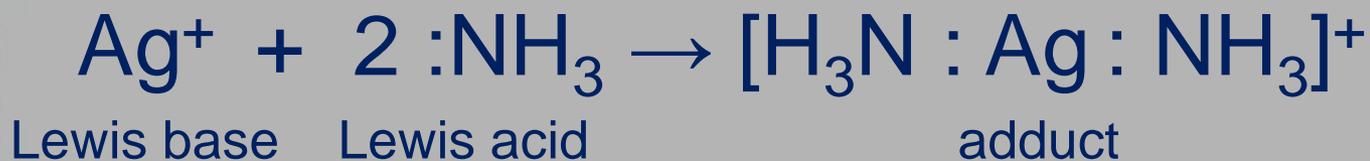
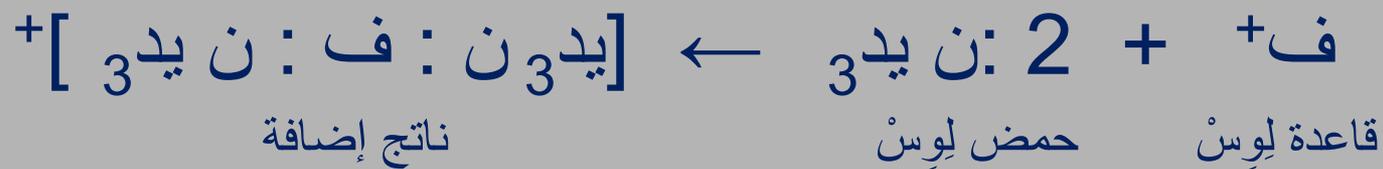
- الحمض: هو مستقبل لزوجين من الكهيربات

Electron – Pair Acceptor

الأحماض والقواعد Acids and Bases



الأحماض والقواعد Acids and Bases



الأحماض والقواعد Acids and Bases





الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة Hard and Soft Acid and Bases

• قسم رالف جي بيرسونُ Ralph.G.Pearson
دوالف الفلزات إلى قسمين كبيرين:

○ دوالف فلزات تترابط ترابطا وثيقا مع القواعد التي لها
القدرة في الترابط بقوة مع الجسيم H^+ يد⁺

○ دوالف فلزات تترابط ترابطا وثيقا مع القواعد عالية
الاستقطاب أو غير المشبعة والتي عادة ما تكون قدرتها
في الترابط مع الجسيم بسيطة جدا

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

- بالطبع فإن هذين القسمين كبيرين ويشملان جميع عناصر الجدول الدوري ومركباتها
- لا يجب أن نفكر أبدا بأن بينهما فاصل حاسم وقطعي وإنما هناك دوما إنسيابية في الانتقال من قسم إلى قسم آخر
- يقع بين القسمين حدود مشتركة
- هذين القسمين يرسمان الخطوط العريضة ويضعان المعايير المهمة والمناسبة في التفريق بين الأحماض القوية والضعيفة وما يقع بين القوة والضعف



الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

- وكما قسم برسون أيضا القواعد إلى قسمين كبيرين:

- القواعد سهلة الاستقطاب أو الضعيفة

Soft Polarizable

- القواعد غير المستقطبة أو القوية

Non-polarizable Hard

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

- لو فاعلنا دوالف الفلزات مع قواعد من المجموعات الخامسة عشر والسادسة عشر والسابعة عشر لوجدنا:
 - بعض دوالف الفلزات تشكل مترابطات قوية وثابتة Stable Complexes مع قواعد أول عنصر من عناصر كل مجموعة (نيتروجين، أكسجين، فلور)
 - البعض الآخر مترابطاته قوية وثابتة مع قواعد بقية عناصر المجموعات الثلاث
- أطلق على الصنف الأول اسم (الطائفة أ Class a) والصنف الثاني (الطائفة ب Class b)

وبناء على ذلك فإن ثبات متراكبات الطائفتين أ ، ب ، بالنسبة للمجموعات الثلاث يتبع الترتيب التالي:

جدول ٥ : المتصلات الميالة لتكوين متراكبات مع دوالف الفلزات من الطائفتين أ ، ب

الطائفة أ class a	الطائفة ب class b
ن << فو < ز < إ < ب	ن >> فو > ز > إ > ب
أ << كب < سل < قل	أ >> كب > سل > قل
فل < كل < بر < ي	فل > كل > بر > ي
N >> P > As > Sb > Bi	N << P > As > Sb > Bi
O >> S > Se > Te	O << S > Se ≈ Te
F > Cl > Br > I	F < Cl < Br < I

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

• يبدو واضحا أن أحماض وقواعد لِيوسن تنقسم إلى ثلاثة أقسام من حيث قوتها وضعفها:

○ القويُّ منها يشكل الطائفة أ Class a

○ والضعيف يشكل الطائفة ب Class b

○ والنقطة الواقعة ما بينهما تشكل المنطقة الحدودية

Border Region

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

• إذن فهناك عوامل تحتم علينا تصنيف هذا الحمض أو تلك القاعدة تحت أي من هذه الأقسام الثلاث يقع, يمكن حصر هذه العوامل في النقاط التالية:

- حجم الدالف
- شحنة الدالف (أو حالة الأكسدة)
- تركيبه الكهيريبي
- طبيعة المجموعات المتصلة بالذرة المركزية والموجودة أصلا قبل تفاعل حمض وقاعدة لوس



تعريف الأحماض القوية والضعيفة

Hard and Soft Acids Definition

- الأحماض القوية Hard Acids :
تكون صغيرة الحجم ذات شحنة عالية
- الأحماض الضعيفة Soft Acids :
تكون كبيرة الحجم متعادلة أو منخفضة الشحنة

تعريف القواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Bases Definition

- القواعد القوية Hard Bases :
تكون عالية السالبيية الكهربائية وقدرتها على
الاستقطاب بسيطة Low Polarization
ومقاومة للأكسدة
- القواعد الضعيفة Soft Bases :
تكون منخفضة السالبيية الكهربائية وقدرتها على
الاستقطاب عالية ويمكن أكسدتها بسهولة

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

• بناء على ذلك:

- فالطائفة أ (سواء حمض أو قاعدة) تكون قوية Hard
- والطائفة ب تكون ضعيفة Soft

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

جدول ٦: الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

الأحماض		النوع
انجليزي	عربي	
H ⁺ , Li ⁺ , Na ⁺ , K ⁺ (Rb ⁺ , Cs ⁺)	يد ⁺ , لي ⁺ , ص ⁺ , بو ⁺ , رو ⁺ , سز ⁺	قوي
Be ²⁺ , Be(CH ₃) ₂ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , Sr ²⁺ (Ba ²⁺)	بي ⁺ (بيك يدر)، مغ ⁺ , كا ⁺ , سر ⁺ , با ⁺	
Se ²⁺ , La ³⁺ , Ce ³⁺ , Gd ³⁺ , Lu ³⁺ , Th ⁴⁺ , U ⁴⁺ , UO ₂ ²⁺ , Pu ⁴⁺	سك ⁺ , لا ⁺ , سي ⁺ , حد ⁺ , لت ⁺ , ث ⁺ , يو ⁺ , بوأ ⁺ , بت ⁺	
Ti ⁴⁺ , Zn ²⁺ , Hf ⁴⁺ , VO ²⁺ , Cr ²⁺ , Cr ³⁺ , MoO ₄ ²⁻ , WO ₄ ²⁻ , Mn ²⁺ , Mn ³⁺ , Fe ²⁺ , Co ²⁺	تي ⁺ , زر ⁺ , هف ⁺ , فن ⁺ , كر ⁺ , موأ ⁺ , تن ⁺ , من ⁺ , ح ⁺ , كو ⁺	
BF ₃ , BCl ₃ , B(OR) ₃ , Al ³⁺ , Al(CH ₃) ₃ , AlCl ₃ , AlH ₃ , Ga ³⁺ , In ³⁺	ب فل ⁺ , ب كل ⁺ , ب (أش) ⁺ , لو ⁺ , لو (ك يدر) ⁺ , لوكل ⁺ , لويدر ⁺ , إن ⁺	
CO ₂ , RCO ⁺ , NC ⁺ , Si ⁴⁺ , Sn ⁴⁺ , CH ₃ Sn ³⁺ , (CH ₃) ₂ Sn ²⁺	ك أ ⁺ , ش ك ⁺ , ن ك ⁺ , س ⁺ , ق ⁺ , ك يدر ⁺ , ق ⁺	
N ³⁺ , RPO ₂ ⁺ , ROPO ₂ ⁺ , As ³⁺	ن ⁺ , ش فو ⁺ , ش أفو ⁺ , ز ⁺	
SO ₂ , RSO ₂ ⁺ , ROSO ₂ ⁺	ك أ ⁺ , ش ك ⁺ , ش أك أ ⁺	
Cl ³⁺ , Cl ¹⁺ , I ²⁺ , I ¹⁺	كل ⁺ , كل ⁺ , ي ⁺ , ي ⁺	
HX (hydrogen bonding molecules)	يدس (جزيئات الترابط الهيدروجيني)	
Fe ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺ , Cu ²⁺ , Zn ²⁺	ح ⁺ , كو ⁺ , ني ⁺ , فح ⁺ , خ ⁺	متأرجح
Rh ³⁺ , Ir ³⁺ , Ru ²⁺ , Os ²⁺	رد ⁺ , إد ⁺ , رث ⁺ , أز ⁺	
B(CH ₃) ₃ , GaH ₃	ب (ك يدر) ⁺ , جا يدر ⁺	
R ⁺ C ⁺ , C ₆ H ₆ ⁺ , Sn ²⁺ , Pb ²⁺	ش ⁺ , ك ⁺ , ك يدر ⁺ , ق ⁺ , ر ⁺	
NO ⁺ , Sb ³⁺ , Bi ³⁺	ن ⁺ , إ ⁺ , ب ⁺	
SO ₂	كب أ ⁺	

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

$\text{Co(CN)}_6^{3+}, \text{Pd}^{2+}, \text{Pt}^{2+}, \text{Pt}^{4+}$	كو (ك ن) ، $^{-2}$ ، $^{+2}$ ، $^{+3}$ ، $^{+4}$ ، $^{+4}$	ضعيف
$\text{Cu}^+, \text{Ag}^+, \text{Au}^+, \text{Cd}^{2+}, \text{Hg}_2^{2+}, \text{Hg}^{2+}, \text{CH}_2\text{Hg}^+$	فح ⁺ ، ف ⁺ ، ذ ⁺ ، كد ⁺ ، بق ⁺ ، بق ²⁺ ، بق ⁺ ، ك يد ² بق ⁺	
$\text{BH}_3, \text{Ga(CH}_3)_3, \text{GaCl}_3, \text{GaBr}_3, \text{GaI}_3, \text{Tl}^+, \text{Tl(CH}_3)_3$	ب يد ³ ، جا (ك يد ³) ، جا كل ³ ، جا بر ³ ، جا ي ³ ، ثل ⁺ ، ثل (ك يد ³)	
CH_2 , carbenes	ك يد ² ، كاريينات	
π -acceptors, trinitrobenzene, chloroanil, quinones, tetracyanoethylene, etc.	المستقبلات للباي ، ثلاثي نيتروالبنزين ، كلور الانيلين ، كيتونات ، رباعي سيانيد الإيثيلين	
$\text{HO}^+, \text{RO}^+, \text{RS}^+, \text{RSe}^+, \text{Te}^{4+}, \text{RTe}^+$	يد أ ⁺ ، ش أ ⁺ ، ش كب أ ⁺ ، ش سل ⁺ ، ثل ⁺ ، ش ثل ⁺	
$\text{Br}_2, \text{Br}^+, \text{I}_2, \text{I}^+, \text{HCN}$, ect.	بر ² ، بر ⁺ ، ي ² ، ي ⁺ ، ي كن ...	
$\text{O}, \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}, \text{N}, \text{RO}^-, \text{RO}_2^-$	أ ، كل ، بر ، ي ، ن ، ش أ ⁻ ، ش أ ⁻²	
M^0 (metal atoms) and bulk metals	فلز (ذرات فلز) ، مجموعة فلزات	

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

القواعد		النوع
انجليزي	عربي	
$\text{NH}_3, \text{RNH}_2, \text{N}_2\text{H}_4$	ن يده، ش ن يده، ن يده ⁻	قوي
$\text{H}_2\text{O}, \text{OH}^-, \text{O}^{2-}, \text{ROH}, \text{RO}^-, \text{R}_2\text{O}$	يده ⁺ ، أ يده ⁻ ، ش أ يده ⁻ ، ش ⁺ أ	
$\text{CH}_3\text{COO}^-, \text{CO}_3^{2-}, \text{NO}_3^-, \text{PO}_4^{3-}, \text{SO}_4^{2-}, \text{ClO}_4^-$	ك يده ⁺ ك ⁺ أ ⁻ ، ك ⁺ أ ⁻ ، ن أ ⁻ ، فو ⁺ أ ⁻ ، ك ب أ ⁻ ، كل أ ⁻	
$\text{F}^- (\text{Cl}^-)$	فل ⁻ ، كل ⁻	
$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2, \text{C}_6\text{H}_5\text{N}, \text{N}_3^-, \text{N}_2$	ك يده ن يده ⁺ ، ك يده ن ⁻ ، ن ⁻ ، ن ⁺	متأرجح
$\text{NO}_2^-, \text{SO}_3^{2-}$	ن أ ⁻ ، ك ب أ ⁻	
Br^-	بر ⁻	
H^-	يده ⁻	ضعيف
$\text{R}^-, \text{C}_6\text{H}_5^-, \text{C}_6\text{H}_7^-, \text{CN}^-, \text{RNC}, \text{CO}$	ش ⁻ ، ك يده ⁺ ، ك يده ⁻ ، ك ن ⁻ ، ش ن ك ⁻ ، ك ⁺ أ	
$\text{SCN}^-, \text{R}_3\text{P}, (\text{RO})_3\text{P}, \text{R}_3\text{As}$	ك ب ك ن ⁻ ، ش ⁺ فو ⁻ ، (ش ⁺ أ) فو ⁻ ، ش ⁺ ز	
$\text{R}_2\text{S}, \text{RSH}, \text{RS}^-, \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	ش ⁺ ك ب، ش ك ب يده ⁻ ، ش ك ب ⁻ ، ك ب أ ⁻	
I^-	ي ⁻	

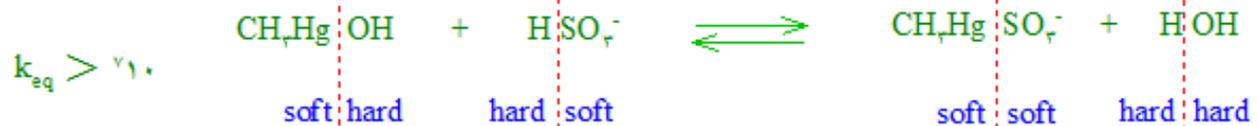
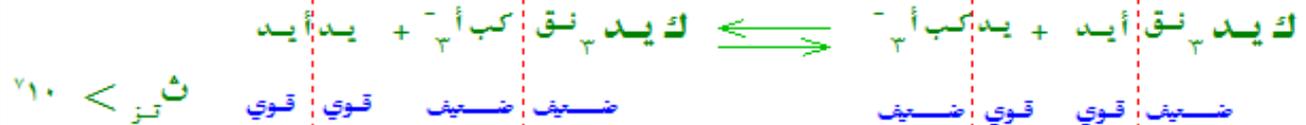
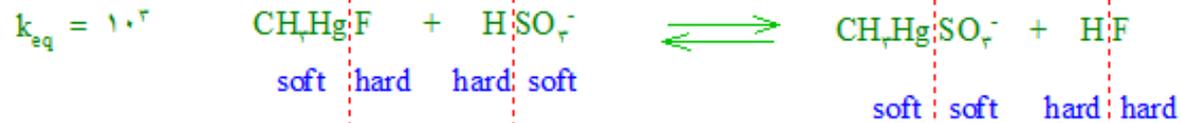
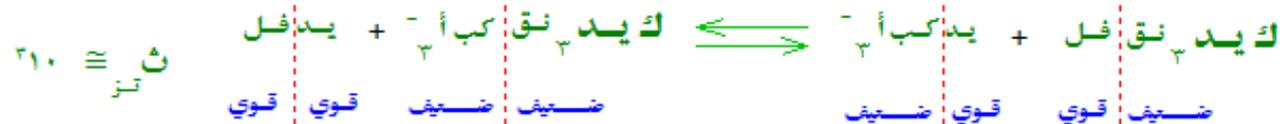
الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

- أحماض قوية + قواعد قوية ← ناتج إضافة ثابت
- أحماض ضعيفة + قواعد ضعيفة ← ناتج إضافة ثابت

الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases



الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

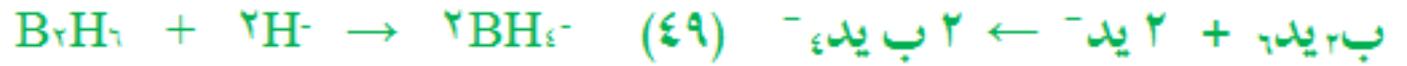
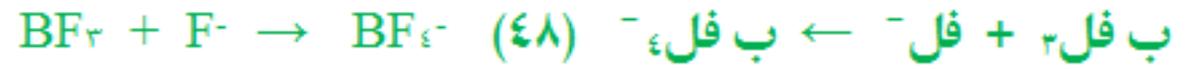
الطاقفة أ المنطقة الحدودية الطاقفة ب

يد																		هي
لي	فا											ب	ك	ن	أ	فل	نو	
ص	مغ											لو	س	فو	كب	كل	آر	
بو	كا	سك	تى	فن	كر	من	ح	كو	قى	نح	خ	جا	جى	ز	سل	بر	كت	
رو	سر	يت	زد	نب	مو	تك	رت	رد	يد	ف	كد	إن	ق	إت	تل	ى	زى	
سز	با	لا	هف	تا	تن	رى	أز	إد	بلا	د	نق	ثل	ر	تر	بل	أس	رن	
فر	را	أك																

سي	يس	ند	بث	سم	ير	جد	تر	دي	هو	إب	ثو	يب	لت
ث	بك	يو	خم	يت	أم	كم	م	كف	آي	فم	مد	نل	لر

الطاقفة أ

أمثلة





ملخص الباب السابع

ملخص الباب السابع

• الأحماض والقواعد Acids and Bases

○ أرهينيوس Arhenius

○ برونستد + لوري Bronsted and Lowry

○ لكس + فلْد Lux and Flood

○ لِيوس Lewis

• الأحماض والقواعد القوية والضعيفة

Hard and Soft Acid and Bases

ملخص الباب السابع

- الأحماض القوية Hard Acids :
تكون صغيرة الحجم ذات شحنة عالية
- الأحماض الضعيفة Soft Acids :
تكون كبيرة الحجم متعادلة أو منخفضة الشحنة

ملخص الباب السابع

- القواعد القوية Hard Bases :
تكون عالية السالبيية الكهربائية وقدرتها على
الاستقطاب بسيطة Low Polarization
ومقاومة للأكسدة

- القواعد الضعيفة Soft Bases :
تكون منخفضة السالبيية الكهربائية وقدرتها على
الاستقطاب عالية ويمكن أكسدتها بسهولة

ملخص الباب السابع

		الطاقفة أ										المنطقة الحدودية				الطاقفة ب					
يد												ب	ك	ن	أ	فل	نو	هي			
لى	في											لو	س	فو	كب	كل	آر				
ص	مخ											جا	جى	ز	سل	بر	كت				
يو	كا	سك	تى	فن	كر	من	ح	كو	ق	نح	خ	إن	ق	إث	تل	ى	زى				
و	سر	يت	زر	نب	مو	تك	رت	رد	يد	ف	كد	ثل	ر	جر	بل	أس	رن				
ز	با	لا	هف	تا	تن	رى	أز	إد	بلا	ذ	نق										
ح	را	أك																			

الطاقفة أ													
لت	يب	ثو	إب	هو	دي	تر	جد	ير	سم	بث	ند	يس	سي
لر	نل	مد	فم	آي	كف	م	كم	أم	بت	م	يو	بك	ت



أي سؤال؟